



# Tecnologia de Rações

*Carlos Alexandre Oelke*

*Edi Franciele Ries*



**Frederico Westphalen - RS**  
**2013**

Presidência da República Federativa do Brasil

Ministério da Educação

Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

© Colégio Agrícola de Frederico Westphalen

Este caderno foi elaborado em parceria entre o Colégio Agrícola de Frederico Westphalen – CAFW e a Universidade Federal de Santa Maria para a Rede e-Tec Brasil.

**Equipe de Elaboração**

Colégio Agrícola de Frederico Westphalen – CAFW

**Reitor**

Felipe Martins Müller/UFSM

**Direção**

Fernando de Cristo/CAFW

**Coordenação Geral do e-Tec**

Paulo Roberto Colusso/CTISM

**Coordenação de Curso**

Magda Aita Monego/CAFW

**Professor-autor**

Carlos Alexandre Oelke/UNIPAMPA

Edi Franciele Ries/CAFW

**Equipe de Acompanhamento e Validação**

Colégio Técnico Industrial de Santa Maria – CTISM

**Coordenação Institucional**

Paulo Roberto Colusso/CTISM

**Coordenação de Design**

Erika Goellner/CTISM

**Revisão Pedagógica**

Elisiane Bortoluzzi Scrimini/CTISM

Jaqueleine Müller/CTISM

Laura Pippi Fraga/CTISM

**Revisão Textual**

Carlos Frederico Ruviaro/CTISM

**Revisão Técnica**

Emerson Soares/UFSM

**Ilustração**

Marcel Santos Jacques/CTISM

Rafael Cavalli Viapiana/CTISM

Ricardo Antunes Machado/CTISM

**Diagramação**

Cássio Fernandes Lemos/CTISM

Leandro Felipe Aguilar Freitas/CTISM

Bibliotecária Maristela Eckhardt – CRB 10/737

O28t      **Oelke, Carlos Alexandre**

Tecnologia de rações / Carlos Alexandre Oelke, Edi Franciele Ries. – Frederico Westphalen : UFSM, Colégio Agrícola de Frederico Westphalen ; Rede e-Tec Brasil, 2013.

141 p. : il. ; 28 cm

ISBN 978-85-63573-38-4

1. Zootecnia 2. Nutrição animal 3. Alimentos para animais  
4. Ração I. Ries, Edi Franciele

CDU 636.084/.087

# Apresentação e-Tec Brasil

Prezado estudante,  
Bem-vindo a Rede e-Tec Brasil!

Você faz parte de uma rede nacional de ensino, que por sua vez constitui uma das ações do Pronatec – Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego. O Pronatec, instituído pela Lei nº 12.513/2011, tem como objetivo principal expandir, interiorizar e democratizar a oferta de cursos de Educação Profissional e Tecnológica (EPT) para a população brasileira propiciando caminho de acesso mais rápido ao emprego.

É neste âmbito que as ações da Rede e-Tec Brasil promovem a parceria entre a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC) e as instâncias promotoras de ensino técnico como os Institutos Federais, as Secretarias de Educação dos Estados, as Universidades, as Escolas e Colégios Tecnológicos e o Sistema S.

A educação a distância no nosso país, de dimensões continentais e grande diversidade regional e cultural, longe de distanciar, aproxima as pessoas ao garantir acesso à educação de qualidade, e promover o fortalecimento da formação de jovens moradores de regiões distantes, geograficamente ou economicamente, dos grandes centros.

A Rede e-Tec Brasil leva diversos cursos técnicos a todas as regiões do país, incentivando os estudantes a concluir o ensino médio e realizar uma formação e atualização contínuas. Os cursos são ofertados pelas instituições de educação profissional e o atendimento ao estudante é realizado tanto nas sedes das instituições quanto em suas unidades remotas, os polos.

Os parceiros da Rede e-Tec Brasil acreditam em uma educação profissional qualificada – integradora do ensino médio e educação técnica, – é capaz de promover o cidadão com capacidades para produzir, mas também com autonomia diante das diferentes dimensões da realidade: cultural, social, familiar, esportiva, política e ética.

Nós acreditamos em você!  
Desejamos sucesso na sua formação profissional!

Ministério da Educação  
Setembro de 2013

Nosso contato  
[etecbrasil@mec.gov.br](mailto:etecbrasil@mec.gov.br)



# Indicação de ícones

Os ícones são elementos gráficos utilizados para ampliar as formas de linguagem e facilitar a organização e a leitura hipertextual.



**Atenção:** indica pontos de maior relevância no texto.



**Saiba mais:** oferece novas informações que enriquecem o assunto ou “curiosidades” e notícias recentes relacionadas ao tema estudado.



**Glossário:** indica a definição de um termo, palavra ou expressão utilizada no texto.



**Mídias integradas:** sempre que se desejar que os estudantes desenvolvam atividades empregando diferentes mídias: vídeos, filmes, jornais, ambiente AVEA e outras.



**Atividades de aprendizagem:** apresenta atividades em diferentes níveis de aprendizagem para que o estudante possa realizá-las e conferir o seu domínio do tema estudado.



# Sumário

<b>Palavra do professor-autor</b>	<b>9</b>
<b>Apresentação da disciplina</b>	<b>11</b>
<b>Projeto instrucional</b>	<b>13</b>
<b>Aula 1 – Introdução à tecnologia de rações</b>	<b>15</b>
1.1 Mercado de rações	15
<b>Aula 2 – Classificação dos animais com base no seu hábito alimentar</b>	<b>19</b>
2.1 Considerações iniciais	19
2.2 Particularidades do trato digestivo de animais ruminantes e não ruminantes	21
<b>Aula 3 – Principais conceitos aplicados à nutrição animal</b>	<b>33</b>
3.1 Conceitos iniciais	33
<b>Aula 4 – Principais ingredientes utilizados na fabricação de rações para animais de produção</b>	<b>37</b>
4.1 Definição de ingrediente	37
4.2 Principais ingredientes	37
4.3 De origem vegetal	38
4.4 De origem animal	45
4.5 Líquida	48
4.6 Demais ingredientes	49
<b>Aula 5 – Tabela nutricional dos alimentos e limitações ao uso</b>	<b>53</b>
5.1 Nutrientes na alimentação animal	53
5.2 Composição química de alimentos	55
5.3 Níveis práticos e máximos de utilização e limitações de uso de ingredientes	58
5.4 Escolha de ingredientes	60
<b>Aula 6 – Aditivos utilizados na alimentação animal</b>	<b>65</b>
6.1 Principais aditivos utilizados na ração animal	65
6.2 Aditivos autorizados e proibidos conforme a legislação vigente	71

<b>Aula 7 – Elaboração dos diferentes tipos de rações.....</b>	<b>75</b>
7.1 Escolha dos ingredientes.....	75
<b>Aula 8 – Métodos para cálculo e formulação de rações.....</b>	<b>81</b>
8.1 Métodos de formulação.....	81
8.2 Métodos manuais.....	82
8.3 Métodos computacionais – programação linear.....	93
<b>Aula 9 – Fabricação de rações com ênfase no controle de qualidade.....</b>	<b>99</b>
9.1 Fabricação de rações.....	99
9.2 A qualidade na fabricação de rações.....	104
<b>Referências.....</b>	<b>136</b>
<b>Curriculum do professor-autor.....</b>	<b>141</b>

## Palavra do professor-autor

O segmento de produção de alimentos destinados aos animais vem crescendo anualmente, tanto em faturamento como em toneladas produzidas. Este setor, cada vez mais tem buscado no mercado de trabalho um profissional que, além de conhecer o processo produtivo dentro da fábrica, entenda a necessidade de se produzir uma ração com qualidade, uma vez que esta terá reflexo imediato no desempenho produtivo dos animais, além de influenciar na qualidade do produto final que será destinado ao consumo do homem (por exemplo: carne, leite e ovos).

Este material tem como objetivo reunir informações importantes que irão auxiliar na capacitação de um profissional atuante no setor agroindustrial, particularmente no segmento de tecnologia de rações. Os conhecimentos aqui reunidos, não tem a pretensão de formar um nutricionista animal ou especialista em alimentação animal, mas sim, um profissional que compreenda e tenha capacidade de intervir no processo produtivo dentro das fábricas, deixando-o mais racional, eficiente, rentável e com produtos de qualidade.

É importante salientar que desde a formulação de uma dieta para os animais até a produção da ração, têm-se inúmeros processos envolvidos, tanto conceituais como operacionais. Nesse sentido, este material trará em alguns momentos uma abordagem mais superficial de alguns temas, aprofundando-se em outros, e mesmo nesses casos os assuntos não serão esgotados. Assim, será necessário que o aluno busque uma interação com o professor, no sentido de construir um conhecimento continuado no ambiente virtual de ensino-aprendizagem. Os conhecimentos aqui repassados ao estudante, além de buscarem instigar reflexões a cerca da tecnologia de rações e exercitá-las com simulações de situações práticas, impulsionam a complementação com mídias integradas e *links* à sites de conteúdo científico como ferramentas de auxílio à aprendizagem, de aproximação do saber e de dinamização do ensino.

Toda nova situação geralmente vem cercada de expectativas e anseios. É nesse espírito que gostaríamos de desejar ao aluno sucesso em seus estudos.

Carlos Alexandre Oelke  
Edi Franciele Ries



# Apresentação da disciplina

A disciplina de Tecnologia de Rações abrange aspectos relacionados à produção de alimentos destinados ao consumo animal e destaca-se no cenário industrial brasileiro tanto por sua relação com a produção de alimentos – aqui se referindo à alimentação animal e humana – quanto por seu crescimento e movimentação da economia.

Esse material foi elaborado com intuito de reunir os conhecimentos necessários para capacitação de um profissional com atuação no setor de tecnologia de rações abordando assim elementos importantes ao processo de fabricação de rações, destacando-se entre eles o controle de qualidade. Além disso, abordará aspectos relacionados aos fundamentos básicos da nutrição animal, alimentos e formulação de rações, totalizando 60 horas/aula.

Aspectos inerentes à nutrição animal como classificação dos animais com base em seus hábitos alimentares e particularidades do sistema digestivo são abordados de forma concisa, fornecendo base para compreensão de fatores relacionados à escolha de ingredientes para formulação de rações e à determinação de exigências nutricionais conforme espécie animal e fase de produção. O conhecimento das diferentes exigências nutricionais, que devem ser atendidas pela ração fornecida, corresponde a um dos fatores determinantes na escolha de ingredientes para compor a formulação. O procedimento de escolha elucida-se com a compreensão da composição química dos alimentos, da disponibilidade destes e do seu custo.

Conhecendo-se as necessidades nutricionais dos animais e as matérias-primas para composição da ração, o profissional possuirá base para analisar alternativas e calcular uma formulação que atenda as exigências em nutrientes ao menor custo. A última etapa consistirá na compreensão da fabricação da ração seguindo etapas de processamento predeterminadas conforme unidade onde se dará a produção.

Em todas as fases de produção, o controle de qualidade se fará presente e premissa básica para asseguração da garantia de qualidade das rações.



# Projeto instrucional

**Disciplina:** Tecnologia de Rações (carga horária: 60h).

**Ementa:** Introdução à tecnologia de rações e à nutrição animal. Classificação dos alimentos e principais matérias-primas utilizadas na fabricação de ração para animais de produção. Instalações, máquinas e equipamentos utilizados na fabricação de rações. Cálculo de rações: elaboração dos diferentes tipos de rações em função do animal. Cálculos de rações. Aditivos utilizados na elaboração: principais aditivos utilizados para rações animal. Legislação: legislação específica para ração animal.

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
1. Introdução à tecnologia de rações	Demonstrar a importância econômica e produtiva do mercado de rações e compreender a importância da tecnologia de rações.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	01
2. Classificação dos animais com base no seu hábito alimentar	Conhecer as diferentes espécies animais com base no hábito alimentar e as particularidades do trato digestivo.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	04
3. Principais conceitos aplicados à nutrição animal	Conhecer a terminologia utilizada na nutrição animal.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	02
4. Principais ingredientes utilizados na fabricação de rações para animais de produção	Conhecer as principais matérias-primas de origem vegetal, animal e líquidas. Conhecer demais ingredientes utilizados na fabricação de rações para animais de produção.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	14
5. Tabela nutricional dos alimentos e limitações ao uso	Compreender o papel dos nutrientes na alimentação animal. Verificar a composição nutricional dos ingredientes estudados. Compreender o nível prático de utilização dos ingredientes. Conhecer as limitações ao uso dos ingredientes estudados. Compreender as considerações gerais de uso e escolha de ingredientes.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	07

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
6. Aditivos utilizados na alimentação animal	Conhecer os principais aditivos utilizados na formulação de rações e suas funções. Conhecer a legislação vigente inerente à utilização de aditivos na formulação de rações.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	04
7. Elaboração dos diferentes tipos de rações	Compreender as diferenças na formulação de rações em função da categoria animal e fase de produção.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	04
8. Métodos para cálculo e formulação de rações	Compreender os diferentes métodos de formular rações. Calcular fórmulas de rações por métodos manuais e por programação linear.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	10
9. Fabricação de rações com ênfase no controle de qualidade	Compreender as etapas do processo de fabricação de rações. Estudar aspectos relacionados às Boas Práticas de Fabricação (BPF's) e Procedimentos Operacionais Padrões (POP's) aplicados à fabricação de rações. Conhecer a legislação inerente à fabricação de rações. Compreender a importância da limpeza de instalações e equipamentos no controle de qualidade de rações.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	14

# Aula 1 – Introdução à tecnologia de rações

## Objetivos

Demonstrar a importância econômica e produtiva do mercado de rações e compreender a importância da tecnologia de rações.

### 1.1 Mercado de rações

A necessidade de alimentos, indiscutivelmente, é fator primordial de atendimento em qualquer sociedade, capaz de mobilizar diferentes setores da economia em prol do objetivo de não apenas sobreviver, mas nutrir-se (BUTOLO, 2010). Na nutrição animal, o alimento continua sendo o fator determinante das transformações, tendo o animal como consumidor final. Assim, inicia-se a compreensão da importância do estudo do setor de alimentação animal, representado aqui mais especificamente pela abordagem da sua tecnologia de produção, a tecnologia de rações, entendendo-se por ração, o “total de alimentos consumidos por um indivíduo no período de 24 horas” (ANDRIGUETTO et al., 1983, p. 387).

Até o século XIX acreditava-se que as necessidades nutricionais dos animais eram supridas pelos glicídios, protídeos e lipídeos. Hoje, fica evidente porque os animais apresentavam sintomas de deficiências nutricionais, pois se sabe que mais de dezenas de fatores nutricionais, incluindo aqui minerais, vitaminas e água são necessários ao desenvolvimento animal (RIBEIRO, 2006). Se for considerado que saúde e alimentação adequada são a base da produção animal, bem como que o custo com alimentação pode representar de 60 a 80 % do total da produção, fica fácil compreender a expansão do setor de alimentação animal nos últimos anos.

Desde as origens discretas de indústrias de rações no Brasil – Pró-pecuária em São Paulo, Moinho da Luz, Fluminense e São Cristóvão no Rio de Janeiro, em anos da 2ª Guerra Mundial – aos mais de 2900 estabelecimentos fabricantes de produtos destinados à alimentação animal registrados no **MAPA** nos dias de hoje, o setor apresentou aumentos progressivos, chegando ao grande “boom” da indústria, nos anos de 1965 e 1980. A partir deste período, a indústria foi marcada por modificações como maior uso de concentrados,

## A-Z

### MAPA

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, é o órgão responsável pela gestão das políticas públicas de estímulo à agropecuária, pelo fomento do agronegócio e pela regulação e normatização de serviços vinculados ao setor.

**A-Z****premix**

Mistura de ingredientes e/ou alimentos, geralmente em baixas quantidades que complementarão a ração.

**premix**, disponibilidade de insumos regionais, crescimento de integrações e possibilidade de produção nos locais de criação animal (BUTOLO, 2010).

O Brasil produziu em 2011 cerca de 64,5 milhões de toneladas de ração e 2,35 milhões de toneladas de suplementos minerais (SINDIRACÕES, 2012). No mundo, em 2011 foram produzidas aproximadamente 870 milhões de toneladas de ração, com um faturamento em torno de 350 bilhões de dólares. O Brasil é o maior produtor de alimentos para animais na América Latina e o terceiro no mundo, ficando atrás apenas da China e dos Estados Unidos (IFIF, 2013). Na Tabela 1.1 é apresentada a produção de rações dos cinco maiores produtores do mundo, sendo que as suas produções são estratificadas por categoria animal.

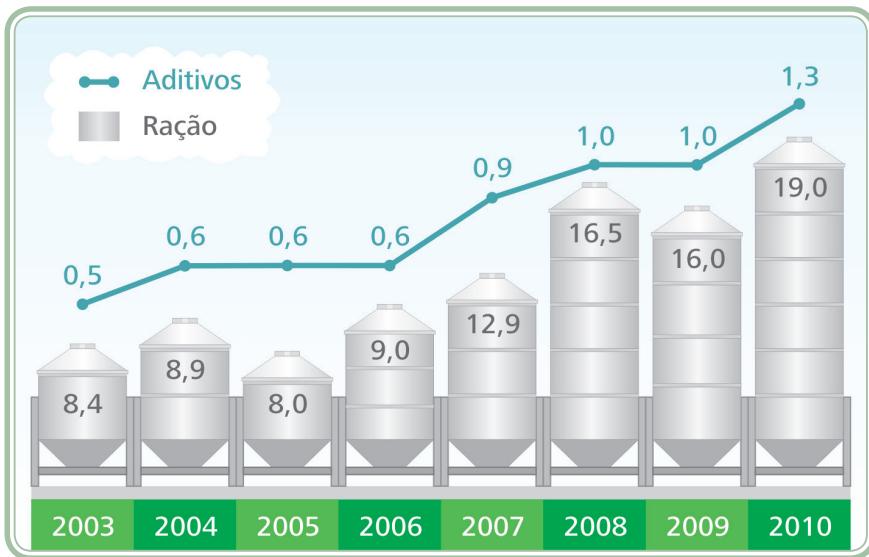
**Tabela 1.1: Produção em 2012 dos cinco maiores produtores de ração do mundo**

Produção*/País	China	USA	Brasil	México	Japão
Suínos	52,4	23,2	15,9	4,1	6,1
Ruminantes	59,0	41,5	7,3	7,2	7,3
Aves	44,7	83,9	33,4	14,2	9,7
Aquáticos	16,6	0,3	0,4	0,0	0,6
Equinos	0,0	11,3	2,0	0,7	1,2
Outros	2,7	5,0	0,6	0,1	0,0
<b>Total</b>	<b>175,4</b>	<b>165,2</b>	<b>59,6</b>	<b>26,3</b>	<b>24,9</b>

\*Milhões de toneladas.

Fonte: Adaptado de ALLTECH, 2012

A Figura 1.1 reflete o crescimento no mercado brasileiro. O setor registrou aumento de 5,2 % e movimentou R\$ 40 bilhões em 2011, com quase 50 % da produção total de rações absorvida na alimentação de frangos, seguido pelo setor de suínos e bovinos (Figura 1.2).

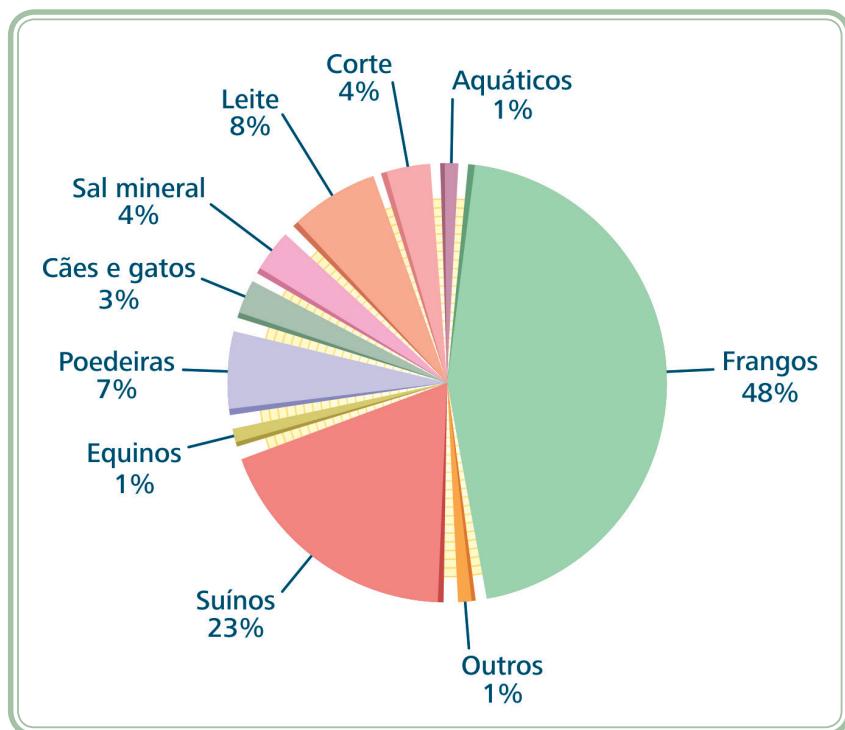


**Figura 1.1: Movimentação financeira do mercado de rações e aditivos no período 2003-2010 (U\$ bilhões, cotação média/2010: U\$1.00 = R\$1,70)**

Fonte: CTISM, adaptado de Sindirações, 2011



Para saber mais, acesse a biblioteca virtual do Sindirações (Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal) em:  
[http://sindiracoes.org.br/  
produtos-e-servicos/biblioteca-virtual](http://sindiracoes.org.br/produtos-e-servicos/biblioteca-virtual)



**Figura 1.2: Consumo de ração por espécie em 2011**

Fonte: CTISM, adaptado de Sindirações, 2011

A evolução do setor de alimentação animal acompanha, impulsiona e reflete em outros setores da economia, caracterizando-se como um importante elo dentro da agroindústria brasileira. Em 2011, o setor de alimentação animal consumiu 35 % da produção nacional de farelo de soja e quase 60 % da produção nacional de milho, sendo que para este último há projeções de

consumo de 60 milhões de toneladas para 2020 (SINDIRACÔES, 2012). Além do envolvimento com mercado de grãos e outras matérias-primas, movimenta ainda a indústria química com produção de insumos, a exemplo dos aditivos (Figura 1.1), vitaminas e minerais, e a indústria alimentícia humana, por integrar a principal fonte de produção de proteína animal destinada ao consumo humano. Impulsionada pelo crescimento da população e incremento no fornecimento de alimentos seguros, evidencia-se a importância da tecnologia de rações e a necessidade crescente de profissionais capacitados e comprometidos com a garantia de qualidade na formulação e produção de produtos destinados ao consumo animal.

## Resumo

A tecnologia de rações tem grande relevância econômica não só por representar até 80 % do custo de produção de um animal, como também por movimentar outros setores da economia, como indústrias de grãos, química e alimentação humana. O crescimento do setor e a necessidade de alimentos impulsionam a demanda de profissionais na área.



## Atividades de aprendizagem

1. Qual importância da tecnologia de rações e de se capacitar profissionais na área?
2. Explique de que forma a alimentação animal movimenta outros setores da economia. Que setores são esses?

# Aula 2 – Classificação dos animais com base no seu hábito alimentar

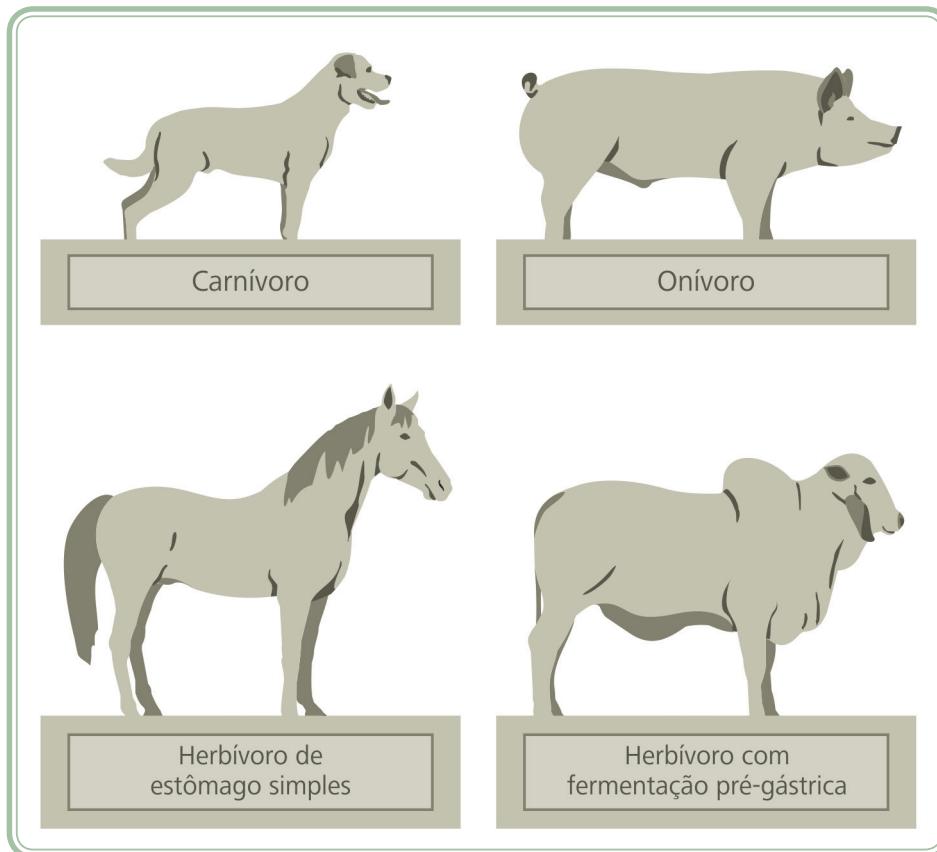
## Objetivos

Conhecer as diferentes espécies animais com base no hábito alimentar e as particularidades do trato digestivo.

### 2.1 Considerações iniciais

“A manutenção da vida requer que os animais obtenham nutrientes essenciais para os processos corpóreos a partir dos alimentos” (REECE, 2008, p. 295). A função primária da ingestão de alimentos é a sustentação das necessidades metabólicas do animal e estas são determinadas por suas funções fisiológicas (manutenção, crescimento e produção). O estudo da nutrição animal é fundamental para o conhecimento das exigências nutricionais dos animais.

Em seu estado natural, os animais são classificados de acordo com a dieta que consomem (Figura 2.1), sendo definidos como carnívoros, onívoros ou herbívoros, sendo que os herbívoros são classificados em dois grupos, um composto pelos ruminantes, tais como bovinos, ovinos e caprinos, e o segundo grupo denominado de herbívoros de estômago simples, representado pelos equinos (REECE, 2008).



**Figura 2.1: Exemplo da classificação dos animais com base no seu hábito alimentar**  
Fonte: CTISM, adaptado de autores

Em animais carnívoros, os quais obtêm a maior parte do seu alimento ingerindo outros animais, a digestão é praticamente enzimática, e a digestão microbiana é mínima. Já os herbívoros domésticos integram dois grupos:



Para saber mais sobre a capacidade volumétrica de partes do trato digestivo de algumas espécies animais, acesse:  
[http://file.aviculturaidental.com.br/Material/Tecnico/alimentosuino.pdf](http://file.aviculturaustrial.com.br/Material/Tecnico/alimentosuino.pdf)

- a) Nos ruminantes, como os bovinos, os ovinos e os caprinos, ocorre extensa fermentação microbiana da dieta vegetal em região especializada do trato proximal (fermentação pré-gástrica).
- b) Naqueles com estômago simples, como os equinos, a fermentação microbiana tem lugar no trato digestivo distal (fermentação pós-gástrica).

Esses locais de digestão microbiana requerem um grande órgão de fermentação digestiva, no qual o trânsito do alimento pode ser retardado, para assim fornecer tempo necessário à fermentação, especialmente da celulose. No caso dos animais onívoros, tanto a fermentação enzimática intermediária quanto a pós-gástrica são importantes, pois nesta categoria animal não apenas o intestino delgado possui tamanho relativamente longo, onde ocorrem os processos de digestão e absorção de nutrientes que não requerem fermentação, mas

também tem uma parte expandida do cólon, na qual ocorrerá a fermentação das partes fibrosas da dieta (REECE, 2006; 2008).

## **2.2 Particularidades do trato digestivo de animais ruminantes e não ruminantes**

Para que os alimentos sejam efetivamente aproveitados pelo animal, precisa sofrer os processos físicos e químicos que os dividem em partículas menores, que são unidades aproveitáveis que cruzam a parede intestinal (REECE, 2008).

A complexidade dos órgãos do trato digestório dependerá das variações que ocorrem entre as diferentes espécies. Dotado de funções múltiplas, tais como mastigação, digestão, absorção e excreção, o aparelho digestivo está capacitado a simplificar, por degradação enzimática, carboidratos, lipídeos e proteínas que fazem parte da composição dos alimentos (BACILA, 2003). Fazem parte geralmente do sistema gastrointestinal, a boca, dentes, língua, faringe, esôfago, estômago, intestino delgado, intestino grosso e ânus. São considerados órgãos acessórios ao processo de digestão as glândulas salivares, fígado e o pâncreas (REECE, 2008).

### **2.2.1 Cavidade oral**

A cavidade oral é constituída pela boca (mamíferos), bico (aves), língua, glândulas salivares e faringe.

#### **2.2.1.1 Boca e bico**

O processo de digestão na maioria dos animais de produção inicia-se na boca. Após sofrer a quebra inicial, o alimento é misturado à saliva, para facilitar a deglutição do bolo alimentar.

#### **2.2.1.2 Dentes**

Responsáveis por reduzir o tamanho das partículas alimentares através da Trituração, processo esse que, além de facilitar a deglutição do bolo alimentar, também aumenta a área de superfície do alimento para a degradação química e microbiológica. Por não haver a presença de dentes nas aves, a quebra mecânica do alimento é realizada pelo bico e pela moela (REECE, 2008).



Para saber mais sobre a localização dos diferentes de dentes, acesse:  
[http://www.fmv.utl.pt/spcv/PDF/pdf9\\_2003/547\\_103\\_110.pdf](http://www.fmv.utl.pt/spcv/PDF/pdf9_2003/547_103_110.pdf)

#### **2.2.1.3 Língua**

Órgão muscular usando para trabalhar a massa alimentar dentro da boca. Ela é responsável em conduzir o alimento para as superfícies das mesas dentárias dos dentes, para serem triturados (REECE, 2008). Em bovinos auxilia na apreensão do alimento e leva-o para a boca (ANDRIGUETTO et al., 2002).

As papilas gustativas localizadas na língua são responsáveis pela percepção do gosto nos mamíferos, sendo que esses pontos gustativos diferenciam-se quanto à forma, à distribuição na cavidade e quanto ao número de botões gustativos que possuem (VIEIRA et al., 2010). Segundo Macari et al. (2002) as aves possuem de 250 a 350 botões gustativos. Já o homem possui 9.000, os suínos 15.000, as cabras 15.000, os coelhos 17.000 e os bezerros 25.000 botões gustativos (VIEIRA et al., 2010).

Para se usar corretamente os palatabilizantes na ração, é muito importante que o profissional conheça a capacidade que cada espécie animal tem em sentir o gosto dos alimentos, por exemplo, nas aves a concentração de botões gustativos é relativamente reduzida, sendo esta percepção potencializada pelos sentidos do tato e da visão, já os suínos e bezerros possuem um número mais elevado de botões gustativos, que pode potencializar sensibilidade ao gosto dos alimentos. Além disso, é importante que se observe as diferenças que ocorrem devido à idade do animal, por exemplo, animais jovens apresentam preferência marcante por substâncias adocicadas (VIEIRA et al., 2010).

#### **2.2.1.4 Glândulas salivares**

Constituídas por três pares bem definidos e alguns escassos tecidos salivares menos definidos. As glândulas maiores são conhecidas como glândulas salivares parótidas, submaxilares ou mandibulares e sublinguais (REECE, 2008), as quais produzem as secreções salivares. As glândulas sublinguais são responsáveis pela produção de uma secreção mista (mucosa e serosa) nos homens. As submaxilares produzem uma secreção mista em equinos. Por fim, a glândula parótida produz uma secreção serosa (RIBEIRO, 2006).

"As secreções serosas, são as secreções que apresentam enzimas, como a alfa-amilase e/ou ptialina" (RIBEIRO, 2006, p. 22), que age em pH neutro, atuando assim exclusivamente na boca ou enquanto o alimento estiver em trânsito pela faringe e esôfago (REECE, 2008). "Ao atingir o estômago a alfa-amilase salivar é inativada devido ao pH estomacal" (ZARDO; LIMA, 1999, p. 09), que gira em torno de 1,5 a 2,5 em suínos (BACILA, 2003). "O cão, gato e os ruminantes não possuem amilase salivar, enquanto que a secreção serosa em algumas espécies de aves parece ter pequena atuação" (RIBEIRO, 2006, p. 22). "As secreções mucosas, que são responsáveis por secretarem muco, são consideradas as mais importantes, e têm como funções a lubrificação, a proteção e o transporte do alimento" (RIBEIRO, 2006, p. 22).

Em ruminantes, a secreção contínua é fundamental, uma vez que o fluido excretado ao atingir o rúmen tem função tamponante. Nesses animais o pH da saliva pode chegar até 8,5, enquanto que o pH em animais não ruminantes gira em torno de 6,5 a 7,3 (RIBEIRO, 2006).

A saliva contém cerca de 99 % de água e 1 % de sólidos orgânicos (mucina e proteínas: alfa-amilase salivar e/ou ptialina), inorgânicos (cloreto, fosfatos e bicarbonatos) e demais elementos (leucócitos, micro-organismos e células epiteliais de descamação) (BACILA, 2003; ZARDO; LIMA, 1999).

Há duas fases distintas que controlam a secreção de saliva, fase cefálica, estimulada pela visão, odor e imaginação e fase de contato, sendo mecânico ou químico (sabor), iniciada quando ocorre o contato do alimento com a mucosa (RIBEIRO, 2006, p. 22).

### **2.2.1.5 Faringe**

“A faringe é uma via comum a alimentos e ar. Durante a passagem pela faringe, o reflexo e fatores mecânicos associados com a deglutição evitam que o alimento entre na glote e nas cavidades nasais” (REECE, 2008, p. 299).

## **2.2.2 Esôfago, estômago, intestino delgado, intestino grosso e ânus**

### **2.2.2.1 Esôfago**

Estende-se da faringe até o estômago, serve como ducto de passagem de alimento por ondas de contração na parede muscular. “Em ruminantes a deglutição do alimento é feita com o auxílio das paredes, já nas aves é feito por gravidade” (RIBEIRO, 2006, p. 25).

Nos bovinos, o esôfago além de ser utilizado no momento da deglutição do alimento, é novamente utilizado como rota no momento da regurgitação da digesta, para que ocorra a ruminação. Em outras palavras, têm-se uma nova mastigação.

Nas aves, o esôfago é dividido em pré-papo e pós-papo. O papo ou inglúvio é uma porção dilatada do esôfago, primariamente de armazenagem de alimento, sendo que para animais de produção (frangos de corte e postura) essa estrutura passou a ter uma importância secundária, uma vez que essas aves recebem alimentação à vontade. No papo, como ao longo de todo o esôfago das aves, as glândulas mucosas são abundantes, com o objetivo de prover a lubrificação do alimento deglutido (REECE, 2008; VIEIRA et al., 2010).

### **2.2.2.2 Estômago**

No caso dos suínos e equinos, o estômago é uma única estrutura, conhecida como estômago simples ou glandular (Figura 2.2). Nas aves, o estômago é dividido em duas porções funcionalmente distintas, o proventrículo, também conhecido como estômago verdadeiro ou glandular, e a moela, denominada também de estômago muscular ou ventrículo (Figura 2.3) (BACILA, 2003; REECE, 2008; VIEIRA et al., 2010). Já no caso dos ruminantes (ovinos, bovinos e caprinos) o estômago é uma estrutura compartmentalizada, apresentando quatro porções distintas, o rúmen, retículo, omaso e abomaso, sendo que este último também é conhecido como estômago verdadeiro ou glandular, semelhante ao dos animais não ruminantes (Figura 2.4).

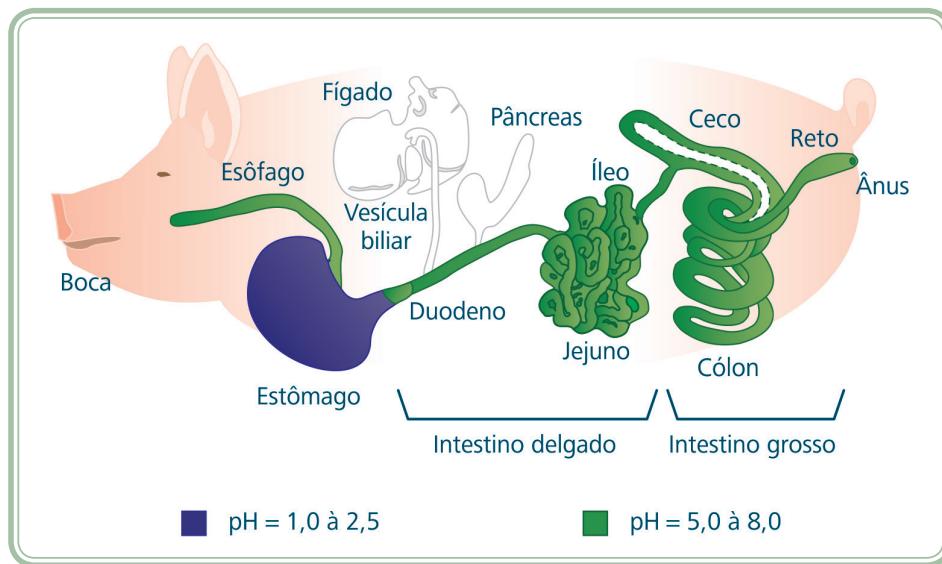
A mucosa do estômago verdadeiro ou glandular possui glândulas que estimuladas pelo contato do alimento secretam o suco gástrico, formado por água, sais minerais, muco, ácido clorídrico (HCl) e pepsinogênio (BACILA, 2003; ZARDO; LIMA, 1999). Uma das consequências de tal estímulo é a liberação da gastrina, que é um hormônio que estimula a secreção do suco gástrico. A liberação da gastrina é inibida pelo excesso de HCl no estômago, estabelecendo-se assim um controle das secreções (BACILA, 2003).

A concentração ácida do suco gástrico faz com que o pepsinogênio se transforme em pepsina, enzima que atua na degradação das proteínas, desdobrando-as a polipeptídos (BACILA, 2003). “A acidez também causa a destruição dos micro-organismos provenientes da dieta” (ZARDO; LIMA, 1999, p. 09). Em um suíno adulto o pH do estômago gira em torno de 1,0 a 2,5 (Figura 2.2), no entanto, ao nascer, o leitão está preparado para digerir as proteínas do leite que sofrem a ação da renina (pH 5,0 a 5,4), enzima secretada e atuante apenas no estômago de leitões jovens (BACILA, 2003). Não há absorção no estômago a partir dos produtos obtidos pela **proteólise**, a assimilação pelo organismo ocorre somente no intestino delgado.

#### **A-Z**

##### **proteólise**

Processo de quebra da proteína pela ação das enzimas proteolíticas.



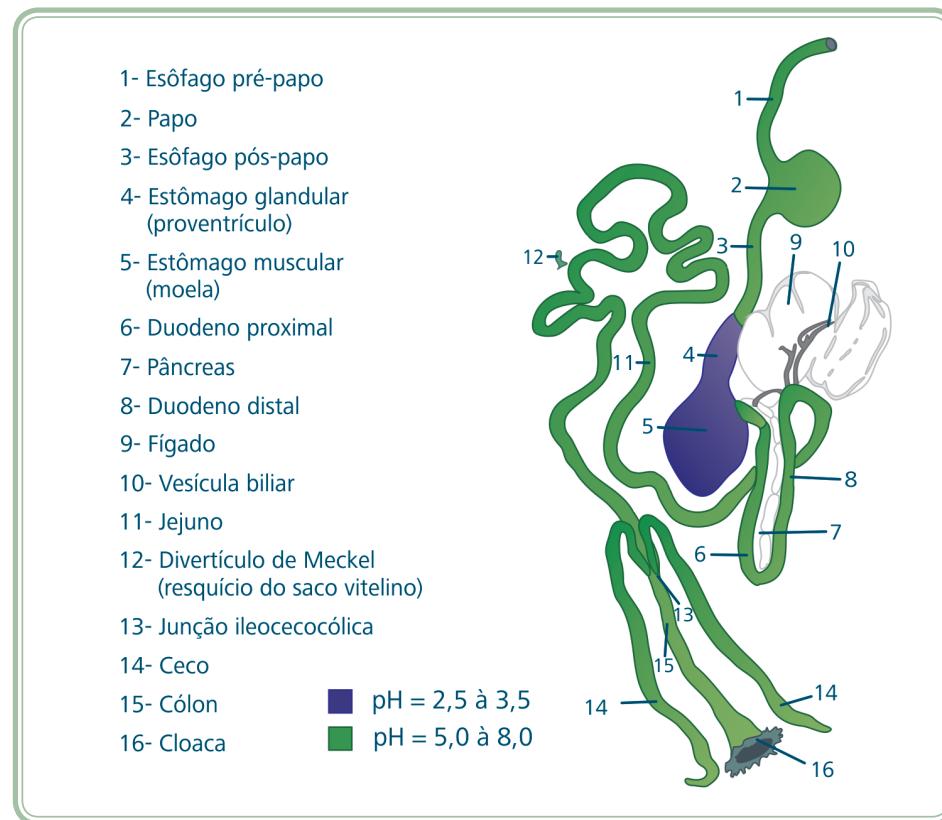
Para saber mais sobre o que é proteólise, acesse:  
<http://www.infoescola.com/bioquimica/proteolise/>

Para saber mais sobre o processo de digestão e absorção de proteínas, acesse:  
[http://file.aviculturaidental.com.br/Material/Tecnico/alimentosuino.pdf](http://file.aviculturaustrial.com.br/Material/Tecnico/alimentosuino.pdf)

**Figura 2.2: Esquematização do aparelho digestivo do suíno e faixas de pH**

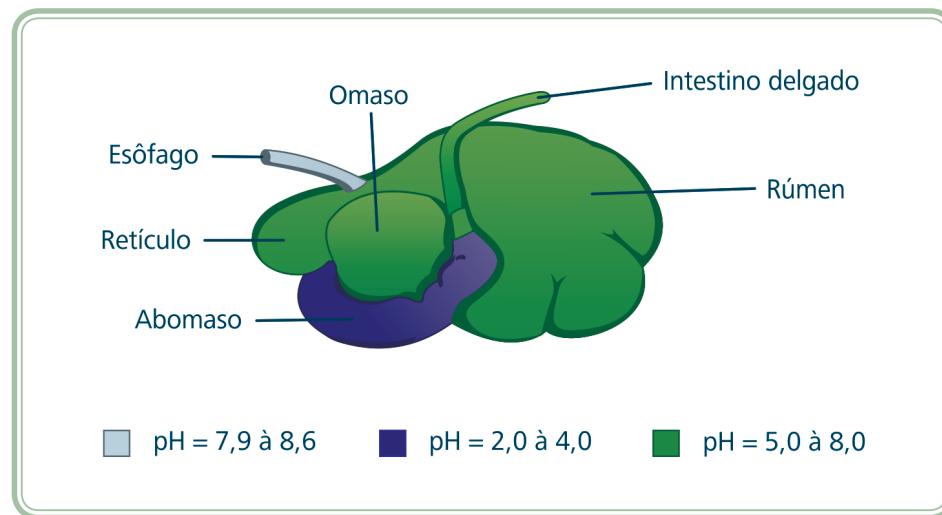
Fonte: CTISM, adaptado de autores

Nas aves, as secreções gástricas de HCl e pepsinogênio e o muco advêm do proventrículo. O alimento não permanece no proventrículo, após ser envolvido pelo suco gástrico ele transita até a moela, que irá fazer redução mecânica do alimento. É na moela que irá ocorrer à proteólise (REECE, 2008).



**Figura 2.3: Esquematização do aparelho digestivo de um peru e faixas de pH**

Fonte: CTISM, adaptado de Reece, 2008



**Figura 2.4: Esquematização do estômago de um ruminante e faixas de pH**

Fonte: CTISM, adaptado de autores

Nos ruminantes, a saliva, além de auxiliar na mastigação e deglutição do alimento, atua como um agente tamponante do rúmen contra os ácidos produzidos durante a fermentação ruminal (ANDRIGUETTO et al., 2002; BACILA, 2003; BORGES et al., 2003). Esse efeito se deve a grande quantidade de fosfatos, carbonatos, sais de sódio e de potássio secretados na saliva. Outras substâncias presentes na saliva, como ureia, fósforo, magnésio e cloro servem como nutrientes para os micro-organismos do rúmen. Um bovino pode produzir de 100 a 190 litros de saliva/dia (BORGES et al., 2003).

Os animais herbívoros de fermentação pré-gástrica, possuem uma característica bem peculiar à espécie. A ruminação é o processo de trazer o material alimentar de volta do estômago para a boca para mastigação adicional (REECE, 2008). O objetivo é proporcionar a diminuição do alimento com fibras grosseiras e também regular o pH do rúmen pela adição de saliva, devido a maior secreção durante a ruminação do que na mastigação. Um bovino mastiga em média de 15 a 20.000/dia e rumina em média 25.000/dia (BORGES et al., 2003).

O ciclo de ruminação começa com a regurgitação de um bolo alimentar (REECE, 2008). O alimento sofre a 1ª deglutição, alcança o rúmen, por onde permanece armazenada por um tempo, passa pelo retículo e é regurgitado para ser remastigado, reinsalivado e passa pela 2ª deglutição. Posteriormente, o bolo alimentar passa pelo rúmen, retículo, omaso e abomaso, alcançando por último o intestino (BORGES et al., 2003). “Durante as 24 horas do dia, uma vaca leiteira emprega cerca de 7 a 10,5 horas no processo de ruminação” (BACILA, 2003, p. 168).

A fermentação no rúmen e no retículo dos ruminantes é realizada por micro-organismos (bactérias e protozoários). As bactérias respondem por cerca de 80 % do metabolismo ruminal, e os protozoários aos 20 % restantes (REECE, 2008). A faixa de temperatura ideal para o bom desenvolvimento dos micro-organismos é de 39°C, e um pH na faixa de 6,7 (RIBEIRO, 2006). No rúmen são encontradas mais de 1.000 espécies de bactérias e 30 de protozoários. As bactérias e protozoários produzem ácidos graxos voláteis (AGV), dióxido de carbono e metano a partir da fermentação de seus nutrientes (BACILA, 2003), além disso, as bactérias do rúmen “sintetizam vitaminas, principalmente as do complexo B e a vitamina K, e ainda sintetizam aminoácidos a partir de quase todas as fontes de nitrogênio” (ANDRIGUETTO et al., 2002, p. 54). Os principais AGV são o acético, propiônico e butírico, e a maior parte destes são absorvidos pelo rúmen antes da ingestão atingir o duodeno. As proporções usuais de AGV no rúmen são de 60 a 70 % de ácido acético, de 15 a 20 % de ácido propiônico e de 10 a 15 % de ácido butírico (REECE, 2008). O retículo também tem papel importante na regurgitação do alimento e na **eructação**. O omaso é responsável pela absorção de água, minerais e AGV (BORGES et al., 2003).

As proporções de AGV no rúmen devem ser mantidas adequadas, pois caso haja algum desequilíbrio, pode-se observar nos animais uma queda no consumo de alimentos e na produção de leite, além de haver alterações na composição do leite e o surgimento de distúrbios metabólicos, que acabam por comprometer a sanidade animal. Com isso, é muito importante que se tenha fornecimento adequado de **alimentos volumosos** e **concentrados**. Em relações volumoso:concentrado de 100:0, 80:20 e 60:40 são observados valores de pH no rúmen de 7,0, 6,6 e 6,2 respectivamente, sendo valores considerados adequados para a fermentação da celulose pelas bactérias e protozoários (PELEGRIANO, 2008).

As proteínas de origem microbiana e dos alimentos, que escapam à degradação bacteriana, serão degradadas no abomaso. (BORGES et al., 2003). O abomaso é onde ocorre a digestão através da ação do suco gástrico (similar a que ocorre em animais não ruminantes) (ANDRIGUETTO et al., 2002).

### 2.2.2.3 Intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo)

O conteúdo estomacal que deixa o estômago e entra no intestino recebe o nome de quimo. O intestino delgado possui três porções distintas, o duodeno, jejuno e íleo (REECE, 2008). “No intestino delgado chegam quatro secreções, a saber, o suco pancreático, o suco duodenal, o suco entérico e a bile” (ZARDO; LIMA, 1999, p. 9).

### A-Z

#### **eructação**

Processo pelo qual os gases dos pré-estômagos são removidos, via esôfago, para a faringe.

### A-Z

#### **alimentos volumosos**

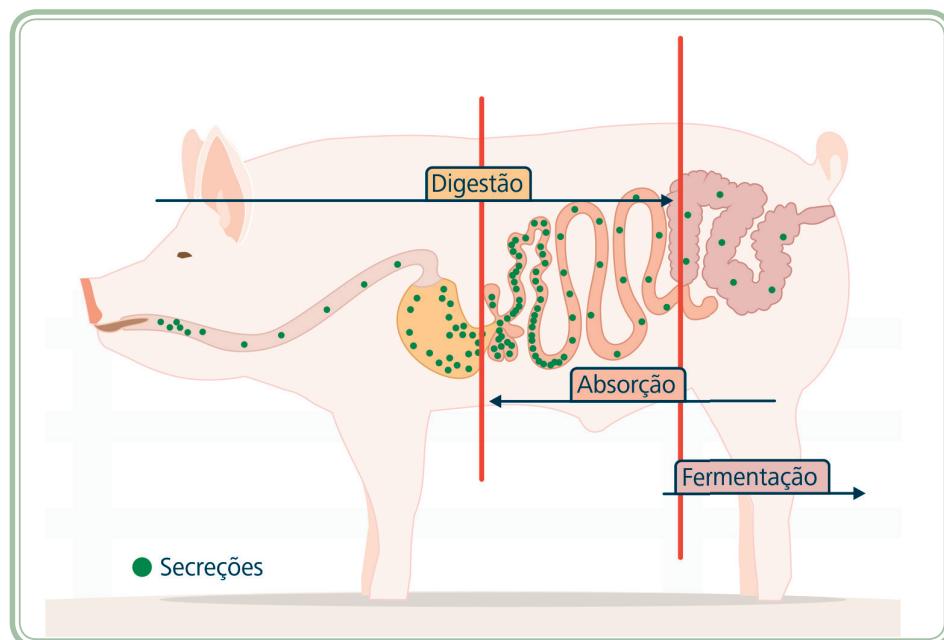
São os alimentos de baixo valor energético e com alto teor de fibra. Possuem mais de 18 % de fibra bruta.

#### **alimentos concentrados**

Alimentos que possuem até 18 % de fibra bruta.

O intestino delgado é o local principal para a digestão de alimentos e absorção de nutrientes em animais não ruminantes (Figura 2.5).

  
Para saber mais sobre as propriedades das principais enzimas digestíveis, acesse:  
<http://gepsaa.files.wordpress.com/2013/03/enzimas-digestivas.pdf>



**Figura 2.5: Locais de secreção, digestão e absorção ao longo do trato gastrointestinal**  
Fonte: CTISM, adaptado de autores

O suco pancreático é secretado pelo pâncreas exócrino por estímulo do ácido clorídrico, amido, gorduras e hormônios gastrintestinais (secretina e colecistociquinina) (BACILA, 2003; ZARGO; LIMA, 1999) e depositado no duodeno através do ducto pancreatico. O suco pancreático contém sais inorgânicos (bicarbonato sódico) e enzimas.

O suco duodenal é produzido pelas glândulas de Brünner no duodeno. Essa secreção é alcalina, age como lubrificante e protege a mucosa intestinal contra o HCl que vem misturado ao conteúdo estomacal, mas não possui enzimas. Nas aves não há glândulas de Brünner, de modo que a secreção duodenal é atribuída apenas às glândulas ou criptas de Liberkühn ali presentes (BACILA, 2003; RIBEIRO, 2006; ZARDO; LIMA, 1999).

A secreção biliar é composta de sais biliares, bilirrubina e eletrólitos ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{HCO}_3^-$ ) (REECE, 2008).

A bile, secretada pelo fígado e armazenada na vesícula biliar, contém sais sódicos e potássicos que ativam as lipases pancreática e intestinal e contribuem para a emulsificação das gorduras. A bile também facilita a absorção de ácidos graxos e das vitaminas lipossolúveis (ZARDO; LIMA, 1999, p. 10).

Os hormônios relacionados com a secreção de bile são a secretina, colecistoquinina e gastrina (REECE, 2008).

O suco entérico é produzido nas vilosidades do intestino delgado pelas criptas de Lieberkühn, composto de muco, água, eletrólitos e rico em enzimas (ANDRIGUETTO et al., 2002; BACILA, 2003). “Sua produção é provocada pelo estímulo mecânico da mucosa e pela presença de hormônios gastrintestinais” (ZARDO; LIMA, 1999, p. 10).

#### **2.2.2.4 Intestino grosso (ceco, cólon e reto)**

“O desenvolvimento do intestino grosso varia entre os animais, de acordo com a dieta” (REECE, 2008, p. 307).

No suíno, a digestão no intestino grosso se realiza por meio de algumas enzimas procedentes do intestino delgado e através da ação de micro-organismos que habitam principalmente o ceco. Estes micro-organismos são, em sua maioria, proteolíticos e atacam as proteínas não digeridas no intestino delgado (ZARDO; LIMA, 1999, p. 10).

No ceco dos suínos ocorre a produção de AGV pelos micro-organismos. Os micro-organismos sintetizam aminoácidos essenciais e vitaminas do complexo B. No intestino grosso ocorre à reabsorção de água (RIBEIRO, 2006).

No ceco das aves, os micro-organismos atuam em particular na degradação da celulose. O cólon é responsável em transportar o conteúdo intestinal por movimentos peristálticos para a cloaca, onde a urina será concentrada devido à absorção de água e, particularmente, de sódio já que a urina das aves é bastante diluída para excretar ácido úrico (BACILA, 2003; REECE, 2008).

A digestão microbiana observada em ruminantes é também realizada no intestino grosso de herbívoros não ruminantes (REECE, 2008). Um equino pode obter até 75 % de sua necessidade de energia da absorção de AGV no intestino grosso (CERQUEIRA, 2010). Também há a presença da enzima celulase no intestino grosso de equinos. No intestino grosso ocorrem à absorção de água, eletrólitos, vitaminas do complexo B e proteína microbiana.

Nos ruminantes, os pré-estômagos (rúmen, retículo e omaso) constituem o principal ponto de fermentação, assim o intestino grosso terá como principal função a absorção de eletrólitos e água.

### **2.2.2.5 Ânus**

O ânus é a junção da parte terminal do trato digestório com a pele. Ele se fecha por meio do esfíncter muscular formado por fibras musculares lisas e estriadas. Nas aves o ânus é chamado de cloaca e, é uma saída comum ao sistema digestório, urinário e reprodutor (REECE, 2008).

### **2.2.3 Fases da secreção gástrica**

São três as fases de controle das secreções gástricas (cefálica, gástrica e intestinal). A fase cefálica inicia-se com a percepção do alimento, aonde ocorrem estímulos (gustativos, visuais e olfativos) que desencadeiam o reflexo. Já a fase gástrica se dá pela chegada do alimento ao estômago, onde ativa a secreção devido a estímulos mecânicos (aumento de volume do estômago) e químicos (pH). E por fim, a fase intestinal, desencadeada pela chegada da digesta ácida ao intestino (RIBEIRO, 2006).

## **Resumo**

As diferentes espécies animais apresentam, na sua grande maioria particularidades quanto ao trato gastrointestinal. Conhecer e entender essas singularidades são fundamentais, pois o que determinará qual o manejo alimentar e/ou tipo de alimento que será fornecido para determinada espécie animal, será a capacidade desta em aproveitar os nutrientes contidos nesses alimentos. As aves e os suínos apresentam uma capacidade limitada de aproveitar a fibra da dieta, e o consumo de uma ração rica em fibra pode levá-los a uma piora significativa no desempenho produtivo. Já no caso dos herbívoros ruminantes, o fornecimento de uma dieta pobre em fibra poderá ocasionar distúrbios metabólicos nos animais, os quais podem levar estes à morte.



## **Atividades de aprendizagem**

- 1.** Quais são as partes que compõe o sistema gastrointestinal dos animais?  
Descreva sucintamente as funções de cada uma destas partes.
  
- 2.** Porque é necessário que haja a produção de um volume grande de saliva diariamente nos animais ruminantes?
  
- 3.** No que consiste o processo de ruminação e qual a sua função?
  
- 4.** Quais os efeitos que poderá ser observado no metabolismo dos ruminantes se lhes for fornecida uma alimentação rica em concentrado, ficando, por exemplo, com uma relação (%) volumoso:concentrado abaixo de 60:40?

- 5.** A enzima alfa-amilase salivar, que é observada em algumas espécies de animais, atua na degradação de carboidratos contidos nos alimentos, enquanto o mesmo estiver transitando da cavidade oral até o estômago. Porque essa enzima não continua atuando sobre o bolo alimentar quando este já estiver no estômago?



# Aula 3 – Principais conceitos aplicados à nutrição animal

## Objetivos

Conhecer a terminologia utilizada na nutrição animal.

### 3.1 Conceitos iniciais

Alguns termos são comumente utilizados quando se refere à alimentação animal e imprescindíveis à compreensão da tecnologia de rações. As terminologias a seguir trabalhadas foram reunidas de diversas publicações científicas na área de alimentação animal (ANDRIGUETTO et al., 1983; 2002; BUTOLO, 2010; ISLABÃO, 1984; RIBEIRO, 2006; BRASIL, 2007).

O termo “ração”, já denominado na primeira aula refere-se ao “total de alimentos consumidos por um indivíduo no período de 24 horas” (ANDRIGUETTO et al., 1983, p. 387). No entanto, esse termo deverá ser seguido qualitativamente por “equilibrada” ou “balanceada” para indicação de que está nutricionalmente adequada para atender as necessidades do animal.

- **Alimento** – substância que, consumida por um indivíduo fornece os nutrientes assegurando o ciclo regular de vida e a sobrevivência da espécie a qual pertence. O alimento é constituído de nutrientes e não pode possuir substâncias tóxicas. Quanto à composição química dos alimentos pode-se dividir majoritariamente em duas frações: matéria seca e água. A matéria seca é dividida em matéria orgânica (carboidratos, proteínas, lipídeos e vitaminas) e matéria mineral (macro e microminerais).
- **Nutriente** – é o componente do alimento que entra no metabolismo celular com capacidade de desempenhar funções para manutenção da vida ou da produção. Os nutrientes são convencionalmente classificados em macronutrientes (proteínas, carboidratos e lipídeos) e micronutrientes (vitaminas e minerais).
- **Alimentação** – estuda a composição dos alimentos e os padrões de exigências, no sentido de alimentar os animais de forma econômica e nutritiva. Objetiva suprir os animais para atender a manutenção e produção, correspondendo à administração racional do alimento.

- **Nutrição** – conjunto de processos que resulta na assimilação dos nutrientes pelas células. Inicia-se com a ingestão do alimento.
- **Dieta** – conjunto de alimentos que compõe uma ração particularmente prescrita para uma determinada categoria animal.
- **Matéria-prima** – toda substância que, para ser utilizada como ingrediente, necessita ser submetida a tratamento ou transformação de natureza física, química ou biológica.
- **Ingredientes** – qualquer matéria-prima utilizada na composição de uma ração, concentrado ou suplemento.
- **Fibra Bruta (FB)** – fração da parede celular de vegetais constituída principalmente de celulose, lignina e parte da hemicelulose.
- **Nutrientes Digestíveis Totais (NDT)** – expressão do valor calórico dos alimentos, em razão dos nutrientes contidos e dos aproveitados pelo animal.
- **Alimento volumoso** – alimento que contém um teor de FB > 18 % e NDT < 60 % (possui baixos valores energético e proteico).
- **Alimento concentrado** – alimento que contém um teor de FB < 18 % e rico em energia e proteína (NDT > 60 %).

Ressalta-se aqui que os alimentos concentrados poderão ser fontes de proteína (acima de 18 % de proteína) como farelo de soja, farelo de algodão, farinha de carne e ossos, etc., ou ainda serem fontes de energia (abaixo de 18 % de proteína) como milho, farelo de trigo, quirera de arroz, farelo de arroz, etc.

- **Suplemento** – mistura de ingredientes e/ou alimentos que suprirão a ração em algum nutriente (exemplo: proteico, mineral, vitamínico).
- **Silagem** – material resultante da fermentação da planta forrageira, que tenha quantidade suficiente de carboidratos para esta fermentação, na ausência de ar, após ser triturada e armazenada em silos.
- **Aditivos** – substâncias intencionalmente adicionadas aos alimentos, que não sejam prejudiciais aos animais e ao homem, não deixem resíduos nos

produtos de consumo, não contaminem o meio ambiente e utilizadas sob determinadas normas.

- **Concentrado, núcleo e premix** – mistura de ingredientes e/ou alimentos, geralmente em baixas quantidades que complementarão a ração.
- **Exigência nutricional** – quantidade de cada nutriente, requerida por determinada espécie e categoria animal, para sua manutenção, produção e reprodução eficiente.
- **Deficiência nutricional e carência** – insuficiência de um nutriente essencial que culmina com o surgimento de sinais clínicos no animal como resultado da deficiência nutricional.
- **Fórmula** – seleção quantitativa dos componentes de uma ração ou de um suplemento (geralmente se leva em conta a formulação com menor custo).

A formulação de uma ração adequada ao animal deve considerar o fornecimento de nutrientes energéticos que supram o aporte de energia necessário à espécie, considerando que nem toda energia ingerida será utilizada pelo animal.

- **Energia bruta** – representa a energia contida nos alimentos, e é medida através da oxidação total da matéria orgânica.
- **Energia digestível** – é determinada pela diferença entre a energia bruta do alimento consumido e a energia bruta das fezes.
- **Energia metabolizável** – é obtida pela diferença entre a energia bruta do alimento e a energia bruta excreta (fezes e urina) e dos gases oriundos da digestão.
- **Energia líquida** – é obtida da energia metabolizável menos a energia perdida como incremento calórico. O incremento calórico representa toda perda de energia durante os processos de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes. A energia líquida é a energia na forma de **ATP** que será usada para crescimento, manutenção, produção de leite, de ovos, etc.
- **Metabolismo** – conjunto de transformações que sofrem os nutrientes no organismo animal, após serem absorvidos no trato digestivo. Inclui o

## A-Z

**ATP**  
(Adenosina Trifosfato)  
Moeda energética da célula.  
É a energia que será utilizada pela célula, que é a unidade fundamental dos organismos vivos.

desdobramento dos nutrientes, a síntese de constituintes celulares e a transformação da energia.

- **Metabolismo de manutenção ou básico** – corresponde às necessidades do organismo animal durante um período de 24 horas para mantê-lo em repouso, sem perda nem ganho de peso.
- **Metabolismo de produção** – parcela adicional destinada a atender um trabalho útil qualquer: lactação, ganho de peso, produção de ovos, etc.
- **Consumo voluntário** – quantidade de alimento consumido durante um período de tempo quando o alimento é oferecido *ad libitum*.

## Resumo

Alguns conceitos serão comumente utilizados e necessários ao processo de fabricação de rações, como por exemplo, na diferença de se elaborarem “rações balanceadas” ou simplesmente “rações”. Chama-se atenção para diferenciação entre os tipos de alimentos fornecidos aos animais (volumosos e concentrados, proteicos e energéticos) e conceitos de energia (bruta, digestível, metabolizável e líquida).



## Atividades de aprendizagem

1. Diferencie ração e ração balanceada.
2. Qual a diferença básica entre alimentos volumosos e alimentos concentrados?
3. Considerando uma vaca leiteira que necessita de x kcal para a produção de leite, devemos nos preocupar em atender as suas exigências de energia bruta ou de energia líquida? Por quê?

# Aula 4 – Principais ingredientes utilizados na fabricação de rações para animais de produção

## Objetivos

Conhecer as principais matérias-primas de origem vegetal, animal e líquidas.

Conhecer demais ingredientes utilizados na fabricação de rações para animais de produção.

### 4.1 Definição de ingrediente

O alimento pode ser definido como toda substância que contém um ou mais nutrientes (RIBEIRO, 2006). Os alimentos utilizados para fabricação de rações também recebem frequentemente o nome de ingredientes e/ou matérias-primas. Em fábricas de rações é comum um aditivo, indiferente da sua classificação, ser considerado um ingrediente, e raramente é referenciado como matéria-prima. Geralmente são consideradas matérias-primas, produtos como milho, farelo de soja, óleo, farinha de carne, entre outros da mesma linha.

Para fins didáticos, consideraram-se neste material, ingredientes e/ou matérias-primas, todos os alimentos (milho, farelo de soja, etc.) e aditivos (fitase, ractopamina, etc.) que podem ser adicionados nas dietas para compor uma ração destinada aos animais.

### 4.2 Principais ingredientes

Embora se tenha uma enormidade de ingredientes disponíveis para o emprego na fabricação de rações, este material trará informações a cerca das matérias-primas mais utilizadas na fabricação de rações (Quadro 4.1).

**Quadro 4.1: Principais ingredientes empregados na fabricação de rações**

Origem vegetal	Origem animal	Líquido	Demais ingredientes	Aditivos
<b>Proteicos<sup>1</sup></b>				
Farelo de soja				Ácidos orgânicos e inorgânicos
Farelo de algodão				Antioxidante
Farelo de girassol			Calcário	Adsorventes
			Fosfato bicálcico	Aromatizantes e palatabilizantes
<b>Básicos<sup>2</sup></b>				
Milho	Farinha de Carne e Ossos (FCO)	Melaço	Sal comum	Enzimas
Quirera de arroz	Farinha de peixe	Óleo de soja	Lisina	Probióticos, prebióticos e simbióticos
Farelo de arroz	Soro de leite em pó	Gordura de origem animal	Metionina	Ractopamina
Sorgo baixo tanino			Triptofano	Bicarbonato de sódio
Farelo de trigo			Treonina	Ionóforos (monensina e lasolicida)
				Virginiamicina
				Ureia pecuária
<b>Outros</b>				
Casca de soja				

<sup>1</sup>Alimentos proteicos – apresentarem valores de proteína bruta acima de 18 %.

<sup>2</sup>Alimentos básicos – apresentam valores de proteína bruta abaixo de 18 %.

Fonte: Autores

## 4.3 De origem vegetal

### 4.3.1 Farelo de soja

São encontrados vários produtos originários do grão da soja após a colheita (ZARDO; LIMA, 1999), sendo que o farelo de soja e soja integral (tostada ou desativada) são as principais fontes de proteínas empregadas na fabricação de rações (BUTOLO, 2010). O farelo de soja (com e sem casca) é o produto tostado resultante do processo de extração do óleo por solventes (BUTOLO, 2010; ZARDO; LIMA, 1999), que apresenta valores entre 42 a 48 % de proteína bruta (BUTOLO, 2010) e de 1,45 a 1,69 % de gordura (ROSTAGNO et al., 2011). O farelo de soja integral tostado, é o produto resultante da exposição do grão ao calor, apresenta em torno de 37 % de proteína bruta e 18 % de gordura (FIALHO, 2009).

No caso da utilização da soja em seu estado natural sem processamento na nutrição de aves e suínos, são observados fatores antinutricionais que inibem o crescimento dos animais, reduzem a digestibilidade da proteína, causam hipertrofia pancreática, estimulam a hiper e hipo secreção de enzimas pancreáticas e reduzem a disponibilidade de aminoácidos, vitaminas e minerais (BUTOLO, 2010).

A inativação de alguns fatores antinutricionais ocorre por aquecimento do grão. No Quadro 4.2, observam-se alguns fatores antinutricionais e seus efeitos no metabolismo dos animais.

**Quadro 4.2: Fatores antinutricionais presentes no grão cru de soja e seus efeitos no metabolismo animal**

Fator antinutricional	Modo de ação
Inibidor de tripsina	Compostos proteicos que se complexam com a tripsina, prejudicando a digestão das proteínas alimentares desdobradas pela ação da pepsina.
Hemaglutininas	Albuminas solúveis em água que interagem com glicoproteínas presentes nas membranas celulares dos glóbulos vermelhos, aglutinando-os. Aderem-se a sítios de absorção do intestino delgado, dificultando a absorção de nutrientes.
Ácido fítico	Fator antinutricional que indisponibiliza minerais (Zn, Cu, Ca, Fe, Cr) e aminoácidos (arginina). Aproximadamente 75 % do fósforo presente nos grãos e cereais estão indisponíveis.
Goitrogênios	Agentes antitireoideanos que inibem a produção de iodo, bloqueando a utilização da tiroxina.
Lipase e lipoxidase	Promovem a oxidação e rancificação do óleo de soja.
Fatores antivitaminas	Aumentam a necessidade das vitaminas A e E.
Saponinas, estrógenos, fatores flatulentos e alérgicos (Glicinina e Conglícinina)	Reduzem a absorção de nutrientes, causando efeitos deletérios sobre as microvilosidades do intestino delgado de suínos.

Fonte: Butolo, 2010

Há vários métodos para medir a inativação dos fatores negativos da soja, dentre os principais, o teste que mede a atividade ureática e a solubilidade proteica. O mais utilizado é o que determina a atividade ureática, possivelmente pelo fato de ser mais econômico e mais rápido. A determinação da urease na soja mede de maneira eficaz, o grau de inativação dos fatores antinutricionais termolábeis, mas não tem valor para determinar se o processamento prejudicou ou não a qualidade da proteína e das vitaminas dos grãos. Sua aferição se faz pela variação do pH (atividade ureática) (BUTOLO, 2010).

Além da realização do teste da atividade ureática, é importante realizar o teste para determinar a proteína solúvel em solução de hidróxido de potássio a 0,2 %.



Em uma situação de superaquecimento dos grãos, a atividade ureática poderá apresentar-se dentro dos valores de referência, no entanto, a solubilidade proteica ficará abaixo do ideal (< 80 %), indicando a "queima" do produto, o que compromete a disponibilidade de lisina e de outros aminoácidos. Em caso de subaquecimento poderá se observar uma solubilidade próxima de 90 %, e nesse caso não houve uma boa desativação dos fatores antinutricionais. Para se determinar a qualidade de uma soja integral ou farelo é importante que sejam realizados os dois testes, o de atividade ureática, com uma faixa ideal entre 0,05 a 0,20, e o de solubilidade proteica, com uma faixa ideal entre 80 a 85 % (BUTOLO, 2010; FIALHO, 2009).

## A-Z

### Instrução Normativa (IN)

Atos normativos expedidos por autoridades que visam complementar ou regulamentar leis, decretos ou portarias sem, no entanto, transpor ou modificar seu conteúdo.



Para saber mais sobre a Instrução Normativa nº 11, de maio de 2007, a respeito do padrão de classificação da soja, acesse:  
<http://www.agricultura.gov.br/legislacao>

A contaminação e os defeitos do grão também influenciam na sua qualidade. Excesso de cascas, partículas superaquecidas, areia, terra, talos e sementes são considerados exemplos de contaminação (BUTOLO, 2010). Com base nos defeitos dos grãos e limites aceitáveis de impurezas e matérias estranhas, a soja é classificada de acordo com a **Instrução Normativa** nº 11, de 15 de maio de 2007, na qual podem ser encontradas as definições do que vem a ser grãos ardidos, brotados, chochos, quebrados e carunchados. A presença destes acaba por depreciar qualitativamente o grão.

### 4.3.2 Farelo de algodão

O farelo de algodão é uma das mais usuais fontes de proteína vegetal utilizadas na alimentação de gado de leite e corte. O uso do algodão e seus subprodutos resumem-se as áreas produtoras, tornando sua utilização economicamente inviável em região aonde não se tem o plantio e a colheita desta oleaginosa.

O teor de fibra e a presença de gossipol, pigmento amarelo, polifenólico, encontrado nas glândulas de óleo do caroço de algodão, são os fatores limitantes quanto à utilização desse ingrediente nas rações de animais não ruminantes (BUTOLO, 2010, p. 113).

Na maioria dos farelos, o conteúdo de gossipol total, está em torno de 1 %, mas somente 0,1 % está na forma de gossipol livre, forma que se liga quimicamente ao ferro da dieta, tornando-o indisponível, causando problemas relacionados ao aparecimento de deficiências de ferro (anemias) (BUTOLO, 2010, p. 113).

O gossipol pode ser inativado por tratamentos térmicos realizados de forma adequada, embora o uso desses processos possa formar complexos inertes e indigestíveis entre o gossipol e proteína, reduzindo com isso o valor nutricional da proteína. Outra estratégia que pode ser adotada é a utilização de sulfato ferroso nas rações na proporção de 1:1 (ferro:gossipol livre). O ferro forma um complexo insolúvel e irreversível com o gossipol no trato intestinal, evitando sua absorção (FIALHO, 2009, p. 145).



Para saber mais sobre o algodão e do efeito do gossipol, acesse:  
[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodoAgriculturaFamiliar\\_2ed/subproduto.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodoAgriculturaFamiliar_2ed/subproduto.html)

Nos suínos, “a intoxicação pelo gossipol pode causar esterilidade dos reprodutores, debilidade muscular, edema cardíaco e outros prejuízos econômicos decorrentes da queda do desempenho” (FIALHO, 2009, p. 145). “Nas aves, pode ocorrer a descoloração da gema e do albúmen e aparecimento de manchas de sangue na gema” (BUTOLO, 2010, p. 113). Os touros são dez vezes mais suscetíveis que as vacas, pois podem apresentar redução súbita

na quantidade de sêmen produzida. Para bovinos, não se deve fornecer acima de 15 % ou 20 % da ração (FREIRE, 2006).

### **4.3.3 Farelo de girassol**

O farelo de girassol pode ser considerado uma boa fonte de proteína (28 a 40 %), principalmente para animais ruminantes. O farelo de girassol apresenta baixo valor energético, baixo nível de lisina total (em torno de 1,3 %) e alto teor de fibras (16 a 25 %) (BUTOLO, 2010). Esses elevados níveis de fibras estão diretamente relacionados com a sua baixa energia digestível, o que torna o seu uso em grandes quantidades não recomendado para aves e suínos.

O girassol contém um composto polifenólico conhecido como ácido clorogênico, tido como um fator antinutricional (ANDRIGUETTO et al., 2002). O consumo do ácido clorogênico ocasiona a diminuição da digestibilidade de proteínas e gorduras, pela inibição das enzimas tripsina e lipase, respectivamente, e adicionalmente em aves são observadas alterações na casca do ovo. Trabalhos demonstram a utilização na dieta de frangos de corte e suínos em terminação de até 20 %, sem que haja detimento no desempenho dos animais (TAVERNARI et al., 2008). No entanto, é necessário que se faça um ajuste na dieta em termos de energia e proteína, sendo quase certa a necessidade da suplementação com óleo e lisina sintética, principalmente em fases nas quais as exigências de energia e lisina dos animais são maiores.



Para saber mais sobre o farelo de girassol, acesse:  
[http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/064V5N5P638\\_647\\_SET2008\\_.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/064V5N5P638_647_SET2008_.pdf)

### **4.3.4 Milho**

“O milho é a principal fonte energética empregada nas rações produzidas no Brasil” (FIALHO, 2009, p. 24). O grão de milho participa com mais de 60 % do total nas rações. Apresenta alto valor nutritivo e conteúdo de carboidratos, principalmente o amido, e é rico em caroteno e xantofila, que fornece a provitamina A, responsável pela pigmentação amarela da pele dos frangos e coloração da gema do ovo (BUTOLO, 2010).

Em termos de proteína, o milho apresenta um baixo valor de aminoácidos essenciais, particularmente a lisina e triptofano, o que torna a proteína total do milho deficiente nesses aminoácidos para aves e suínos (BUTOLO, 2010).

O ácido fítico é um dos principais fatores antinutricionais presentes no milho. Em média, apenas 24 % do fósforo está na forma livre, ou seja, que pode ser aproveitado pelo animal (ROSTAGNO et al., 2011; FIALHO, 2009). O restante está na forma de ácido fítico, que pode estar complexado a proteínas e minerais, deixando-os indisponíveis ao metabolismo animal.

Os principais contaminantes do milho são os fungos e as sementes de plantas invasoras (principalmente o Fedegoso).



Para saber mais sobre micotoxinas, acesse:  
<http://www.revista-fi.com/materias/90.pdf>

Quando o milho apresenta valores de umidade muito acima de 13 %, por exemplo, maior de 16 %, se propicia um ambiente adequado para o desenvolvimento mais rápido de diversos fungos (BUTOLO, 2010), e consequentemente produção de micotoxinas. Como exemplo pode-se citar os fungos *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*, que são responsáveis pela produção da aflatoxina B1 (AFB1), reconhecida na literatura como o agente natural mais carcinogênico que se tem registro.

O Fedegoso, como é conhecido popularmente, é uma leguminosa do gênero *Cassia* (*Cassia occidentalis L.*) e uma das principais plantas invasoras que contamiam o milho, soja e sorgo. A colheita mecânica possibilita que sementes desta planta acompanhem o grão do milho, parte da planta aonde se registra a maior toxidez (BUTOLO, 2010).

Os sinais clínicos da ingestão por bovinos são diarreias, fraqueza muscular e incoordenação motora. Nas aves, dependendo da quantidade de semente consumida, os sinais vão desde uma diminuição na produção de ovos das galinhas poedeiras até a morte das mesmas (BUTOLO, 2010). Em suínos, os sinais clínicos da intoxicação são, inicialmente, anorexia e apatia e, em seguida diarreia e vômitos. Após uma semana do início do quadro clínico, pode ocorrer incoordenação muscular, perda do equilíbrio, marcha irregular e morte do animal (SOBESTIANSK; BARCELLOS, 2007).



Para saber mais sobre a Instrução Normativa nº 60, de dezembro de 2011, a respeito do padrão de classificação do milho, acesse:  
<http://www.agricultura.gov.br/legislacao>

Similarmente ao que ocorre com o grão de soja, o milho também recebe uma classificação com base nos defeitos dos grãos. Assim, a IN nº 60 de 22 de dezembro de 2011, traz um regulamento técnico que tem por objetivo definir o padrão oficial de classificação do milho.

#### **4.3.5 Quirera e farelo de arroz**

A quirera de arroz é o produto originado do processo de seleção de arroz para consumo humano (BUTOLO, 2010). A quirera de arroz pode substituir 100 % do milho das rações, pois os níveis nutricionais são muito próximos.

O Farelo de Arroz Integral (FAI) e o Desengordurado (FAD), que são subprodutos do processamento do grão de arroz, são excelentes substitutos parciais do milho na alimentação de aves e suínos. O que limita um maior uso dos farelos de arroz nas rações é o nível elevado de fibra bruta (12 a 13 %)

**aminoácidos limitantes**

Aminoácido que está presente em menor quantidade do que a necessária no alimento.

(BUTOLO, 2010). No FAI a fração proteica é rica em aminoácidos sulfurosos (metionina) e tem a lisina e treonina como **aminoácidos** mais **limitantes**.

Os principais fatores antinutricionais dos subprodutos do arroz são os inibidores de tripsina, o oxalato (diminui a absorção de cálcio) observado principalmente no FAI e o alto teor de ácido fítico (aproximadamente 15 % do fósforo encontram-se na forma livre).

Para que ocorra a neutralização dos inibidores de tripsina é importante que os subprodutos do arroz sejam submetidos ao tratamento térmico, pois esse fator antinutricional é termolábil (BUTOLO, 2010). A peletização é uma excelente alternativa de controle, uma vez que a ração é submetida a uma temperatura de 70-85°C.

Outros fatores antinutricionais a serem considerados são a celulose e a sílica, que possivelmente surge devido à falta de padronização no momento da industrialização. O consumo de teores elevados de fibras insolúveis pode interferir na absorção de nutrientes essenciais no intestino, reduzindo sua biodisponibilidade (ZARDO; LIMA, 1999).

O FAI tem um alto teor de gordura, rico em ácidos graxos insaturados (ácidos palmítico, linoleico e oleico), que são facilmente peroxidáveis (ramificáveis), o que reduz o valor nutricional do alimento (vitaminas) e pode causar problemas gastrointestinais nos animais. Assim, o emprego de antioxidantes, armazenagem adequada e período mínimo de estocagem são medidas que contribuem para minimizar este problema (ANDRIGUETTO et al., 2002).

O angiquinho (*Aeschynomene*) é uma invasora importante em lavouras de arroz irrigado, e suas sementes acabam sendo fonte de intoxicação nos animais. No processamento do arroz, as sementes do angiquinho são separadas juntamente com o arroz quebrado, que acaba constituindo a quirera de arroz (SOBESTIANSK; BARCELLOS, 2007).

O arroz também possui uma regulamentação técnica quanto ao seu padrão oficial de classificação. A IN nº 06, de 16 de fevereiro de 2009, estabelece as definições para os defeitos e formas de apresentação do arroz.

#### **4.3.6 Sorgo baixo tanino e/ou sem tanino**

O sorgo pode substituir o milho em 100 % nas rações de aves e suínos, sempre observando os possíveis ajustes em termos de energia e aminoácidos que esta substituição irá exigir (FIALHO, 2009; SCHEUERMANN, 1998).



Para saber mais sobre a Instrução Normativa nº 06, de 16 de fevereiro de 2009, a respeito do padrão de classificação do arroz, acesse: <http://www.agricultura.gov.br/legislacao>



Para saber mais sobre a Portaria nº 268/1984, a respeito do padrão de classificação do sorgo, acesse:  
<http://www.agricultura.gov.br/legislacao>

As plantas produzem vários compostos fenólicos, dentre os quais se destaca o tanino condensado, que tem ação antinutricional, principalmente em animais não ruminantes, devido a se complexar com as proteínas, o que vai afetar a digestibilidade e modificar a palatabilidade. O tanino é responsável, metabolicamente, pela inibição de algumas enzimas presentes no sistema digestivo, diminuindo, assim a absorção dos nutrientes através da parede intestinal (FIALHO, 2009). Os parâmetros de impurezas e imperfeições do grão são observados na Portaria nº 268, de 22 de agosto de 1984, que dispõe sobre a classificação do sorgo.

#### 4.3.7 Farelo de trigo

No Brasil, o trigo é destinado ao consumo humano, servindo para a produção de panificados e massas alimentícias, e utilizado na alimentação animal somente quando por ocasião de sua colheita, condições climáticas desfavoráveis tornaram o produto desqualificado para produção de farinha, em função do seu baixo peso específico (BUTOLO, 2010).

O trigo apresenta teor de proteína mais elevado que o milho e teor de energia em torno de 10 % inferior, e também possui teores menores de biotina disponível. O trigo contém em torno de 5 a 8 % de pentosanas. Os compostos das pentosanas são os arabinoxilanios, que contribuem para o aumento da viscosidade da digesta de aves, que não produzem quantidades suficientes de enzimas xilanases para hidrolisá-las. Esses problemas podem ser contornados limitando a quantidade de trigo na dieta, especialmente para aves jovens ou utilizando-se de **enzima exógena**, a xilanase (BUTOLO, 2010).

A-Z

#### enzima exógena

Refere-se às enzimas que são fornecidas via ração, podendo ou não ser produzida pelo organismo dos animais. A alfa amilase salivar é um exemplo de enzima endógena (que é produzida no organismo dos animais) que pode ser fornecida de forma exógena. A suplementada via ração nas dietas visa melhorar a eficiência da degradação do amido.



Para saber mais sobre enzimas exógenas utilizadas na alimentação de aves, acesse:  
<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/acta/article/view/485/241>

O trigo também contém inibidores de alfa-amilase, que são termolábeis e podem ser destruídos durante o processo de peletização (BUTOLO, 2010).

O farelo de trigo é incluído nas rações em pequenas porcentagens, geralmente como uma fonte de fibra.

#### 4.3.8 Casca de soja

O valor energético metabolizável da casca de soja, para suínos, pode chegar a 66 % do valor energético do milho (grão), porém com valor de fibra muito acima (32,7 %) daquele proporcionado pelo milho (1,73 %) (ROSTAGNO et al., 2011), sendo muito utilizada em dietas de fêmeas suínas em gestação, para se alcançar um nível mais elevado de FB.

Apesar do elevado teor de fibra, a digestibilidade da Fração em Detergente Neutro (FDN) pode alcançar 95 % em bovinos, devido ao padrão de fermenta-

ção ruminal, podendo ser utilizada como fonte de energia para estes animais. É observada a utilização de níveis de até 20 % para bovinos de corte e 8 % para bovinos de leite, mantendo boas concentrações de acetato ruminal e do teor de gordura do leite (SILVA, 2004).

## 4.4 De origem animal

### 4.4.1 Farinha de carne e ossos

“A Farinha de Carne e Ossos (FCO) é produzida em graxarias e frigoríficos, a partir de ossos e tecidos animais, após a desossa completa da carcaça de bovinos e/ou suínos” (FIALHO, 2009, p. 162).

Os produtos de origem animal, entre eles, a farinha de carne, apresentam uma composição **proteica de alto valor biológico**. Devido ao seu valor nutritivo, em proteína (aminoácidos), gordura, minerais (principalmente cálcio e fósforo) e vitamina B12, a farinha de carne é uma boa opção a ser adicionada na dieta de aves e suínos (BUTOLO, 2010).

Alguns fatores contribuem para que a FCO não seja um ingrediente usualmente utilizado nas fábricas de rações, tanto do ponto de vista mercadológico quanto nutricional, entre esses citam-se (BUTOLO, 2010) a farta disponibilidade de farelo de soja; a comercialização de aminoácidos e vitaminas; a grande variação na qualidade das farinhas oferecidas no mercado; e em fábricas que produzem rações para aves, suínos e bovinos, haverá a necessidade de duas linhas de produção, pois pode haver o risco de contaminação de rações destinada aos ruminantes com farinha de carne e ossos.

Nutricionalmente, a FCO pode apresentar de 35 até 60 % de Proteína Bruta (PB) (BUTOLO, 2010). Essa variação é justamente devida à variedade de matérias-primas utilizadas na elaboração (ANDRIGUETTO et al., 2002). Quanto menor o nível de proteína maior o teor residual de minerais, indicando a presença de grandes parcelas de ossos. Por exemplo: o nível de fósforo varia de 3,70 % e 7,11 % em FCO com 60 % e 36 % de PB, respectivamente.

De maneira geral, o que mais limita o uso da FCO em rações de suínos e aves é o alto conteúdo em cálcio e fósforo.

O nível de tolerância aos minerais cálcio e fósforo dependerá da espécie animal e da fase de produção que os animais se encontram. Por exemplo, se um suíno consumir uma ração com níveis normais de cálcio, porém com

A-Z

#### proteína de alto valor biológico

Apresentam boa digestibilidade e quantidades adequadas de aminoácidos essenciais. A digestibilidade pode variar entre os produtos de origem animal.



níveis maiores que 1,5 % de fósforo, poderá se observar uma mobilização de cálcio dos ossos (desmineralização), prejudicial para o animal (SOBESTIANSK; BARCELLOS, 2007).

O período de armazenamento da FCO depende da umidade do produto e do teor de gordura. Se houver a adição de antioxidante após o processamento, o produto pode ser armazenado de 3 a 5 meses, do contrário deve ficar armazenado no máximo por 2 meses (BUTOLO, 2010). Esse cuidado é necessário, pois as diferentes FCO podem possuir teores de gordura variando de 10,10 a 12,63 % (BUTOLO, 2010; ROSTAGNO et al., 2011). Ingredientes com elevados teores de gordura favorecem a formação de peróxidos, que indica a ocorrência de rancidez oxidativa, além disso, quando a temperatura do ambiente e a umidade do produto são altas, a putrefação da FCO ocorre facilmente.

Lista-se a seguir os principais fatores que afetam a qualidade da FCO e alguns figuram como limitações para o uso desse ingrediente (BUTOLO, 2010):

- **Umidade elevada** – umidade acima de 8 % favorece o aumento na população microbiana e a ocorrência de acidificação do produto. Do contrário, umidade muito baixa está associada a queima do produto, tornando-o nutricionalmente pobre.
- **Moagem (textura)** – a FCO possui um nível residual de gordura variando normalmente de 9 – 14 %, sendo assim um produto de difícil moagem. A dureza dos ossos exige uma peneira resistente (reforçada) e mesmo assim os rompimentos são comuns e a farinha passa a ter pedaços grandes de ossos.
- **Contaminações** – não deve conter cascos, chifres, pêlos, conteúdos estomacal e intestinal, sangue, sal e couro.
- **Acidez** – a ocorrência de ácidos graxos livres nos alimentos nos dá uma indicação de rancidez hidrolítica, devida à umidade elevada, contaminação microbiana e às enzimas lipoases que liberam os ácidos graxos livres.
- **Índice de peróxidos** – a formação de peróxidos indica a ocorrência de rancidez oxidativa provocada por luz, umidade, temperatura elevada, presença de oxigênio, metais como ferro, cobre e zinco. Este radical peróxido, por sua vez, provoca mais reações nos ácidos graxos e formação

de produtos tóxicos ao organismo animal. Os peróxidos nas gorduras destroem as vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) e pioram a palatabilidade e o odor da farinha trazendo distúrbios digestivos.

- **Contaminação microbiana** – as salmonelas e outros micro-organismos são destruídos durante o processo produtivo da FCO quando expostos a temperaturas superiores a 100°C. As maiores fontes de contaminação da FCO são as construções e equipamentos, o contato entre matéria-prima e produto acabado (botas, pás e carrinhos), roedores, aeração e por fim, o uso de embalagens impróprias ou contaminadas.

#### 4.4.2 Farinha de peixes

A Farinha de Peixe (FP) é um produto desidratado e moído obtido pela cocção das partes não comestíveis (cabeça, rabo, coluna vertebral e vísceras), sendo processado o peixe integral, somente quando rejeitado para o consumo humano (BUTOLO, 2010).

Os níveis de proteína bruta das FP variam de 54 a 61 % (ROSTAGNO et al., 2011). As FP são fontes de **aminoácidos essenciais**, especialmente lisina, metionina, treonina e triptofano, além de boa fonte de cálcio, fósforo e outros minerais (BUTOLO, 2010). Uma das características interessantes da FP, como de outros produtos de origem animal é a boa disponibilidade do fósforo, que no caso das FP pode chegar a 100 % (e apenas 24 % no milho) (ROSTAGNO et al., 2011).

É aconselhável o uso de antioxidantes com o intuito de evitar a formação de produtos de oxidação e ácidos graxos livres. Um problema com a utilização de farinha de peixe em níveis acima de 5 % é o aparecimento de odor desagradável de peixe, tanto em ovos como em carne de frango e erosão da moela em aves jovens, associados a níveis de histamina presentes na FP (amina biogênica) (BUTOLO, 2010).

Farinha de penas, areia e excesso de sal podem ser contaminantes da FP.

#### 4.4.3 Soro de leite em pó

Os produtos lácteos são extensivamente utilizados na alimentação de desmame precoce em bovinos como substitutos de leite materno, e essenciais para o sucesso dos programas nutricionais de leitões desmamados até três semanas de idade. O soro de leite em pó contém em média 10 % de proteína bruta e 70 % de lactose (BUTOLO, 2010).

A-Z

#### aminoácidos essenciais

São aminoácidos que devem ser fornecidos pelas dietas, pois o organismo dos animais não consegue sintetizá-los.



Para saber mais sobre aminas biogênicas, acesse:  
[http://digituma.uma.pt/  
bitstream/10400.13/83/1/  
MestradoNeide%20Gouveia.pdf](http://digituma.uma.pt/bitstream/10400.13/83/1/MestradoNeide%20Gouveia.pdf)

Em geral, orienta-se a inclusão de 15 a 25 % e lactose em rações de leitões até a primeira semana após o desmame, e de 10 a 15 % para leitões de duas a três semanas após o desmame (VIEIRA et al., 2010).

## 4.5 Líquida

### 4.5.1 Melaço

O melaço é um subproduto da fabricação do açúcar da cana. Não contém mais do que 48 % de açúcares totais, e sua umidade excede a 27 %. É um líquido xaroposo, de cor escura, de odor característico e agradável, utilizado com a finalidade de melhorar a aceitabilidade de alimentos grosseiros e pouco palatáveis (ANDRIGUETTO et al., 2002) como um saborizante nas rações de suínos e bovinos e para melhorar a apetibilidade das forrageiras (verdes ou secas) de qualidade inferior, e das palhas. Neste caso, é diluído em água morna (preferencialmente), em proporções de 1:3 ou 1:4 e administrado em camada sobre os alimentos (ANDRIGUETTO et al., 2002). Além da forma líquida, o melaço também é encontrado na forma de pó, e este apresentada umidade inferior a 7 %. O teor de proteína bruta dos melaços é baixo, variando de 2,44 a 3,66 % (ROSTAGNO et al., 2011).

### 4.5.2 Óleo de soja e gordura animal

As gorduras e óleos são produtos provenientes do processamento industrial das carnes (bovinos, suínos e aves), grãos oleaginosos e de alguns cereais. Esses ingredientes são utilizados nas rações como excelente fonte de energia e ácidos graxos essenciais (FIALHO, 2009, p. 123).

Em média, o óleo de soja possui um teor de energia bruta 137 % maior que o milho (ROSTAGNO et al., 2011).

Os lipídeos vegetais são ricos em ácidos graxos insaturados e, devido a isso, são líquidos e comumente denominados óleos. As gorduras animais são ricas em ácidos graxos saturados, e, por isso, são sólidas, na maioria das vezes (BUTOLO, 2010), de digestão mais difícil e exigem adicionalmente na fábrica, uma estrutura para fusão do ingrediente antes da adição no misturador. Dentre as vantagens do uso de gorduras nas rações estão: melhora da palatabilidade; redução da poeira e nas perdas de alimento; melhoria na conversão alimentar; melhor preservação do maquinário através de maior lubrificação; maior facilidade de peletização; aumento da absorção de vitaminas lipossolúveis; melhora da consistência das rações fareladas e/ou peletizadas; e aumento do teor de energia da ração (ANDRIGUETTO et al., 2002; BUTOLO, 2010; FIALHO, 2009).

"Após o processamento dos óleos ou gorduras, é interessante que se aplique antioxidantes para proteção contra a rancidez oxidativa, que ocorrendo irá causar decréscimo no valor energético do ingrediente" (BUTOLO, 2010, p. 376).

A análise para controle de acidez e índice de peróxido são um dos principais pontos de controle empregado nos óleos e gorduras (BUTOLO, 2010).

## 4.6 Demais ingredientes

### 4.6.1 Calcário

O calcário calcítico é originário de jazidas, denominadas minas. Apresenta-se com granulometria variando de fino até partículas grosseiras, de cor branca e levemente acinzentada. Composto por 37 % de cálcio, representando uma fonte deste mineral nas rações (BUTOLO, 2010).

### 4.6.2 Fosfato bicálcico

O fósforo é extraído de uma jazida mineral conhecida como Apatita e é o segundo mineral mais abundante encontrado no organismo animal. A bio-disponibilidade do fosfato bicálcico é entre 95 – 100 %. Esse ingrediente é composto de 24 % de cálcio e 18 % de fósforo (BUTOLO, 2010).

### 4.6.3 Sal comum

O sódio é o principal cátion monovalente dos fluidos extracelulares, sendo responsável pelo equilíbrio da pressão osmótica juntamente com o cloro e potássio, pela hidratação dos tecidos e absorção de algumas vitaminas hidros-solúveis (tiamina, riboflavina e ácido ascórbico), além de regular o equilíbrio ácido básico (BUTOLO, 2010). O cloro é o principal ânion e mais abundante nos fluidos extracelulares onde auxilia na manutenção da **homeostase** ele-troquímica (BUTOLO, 2010).

O sal comum é composto em média por 39,7 % de sódio e 59,6 % de cloro (ROSTAGNO et al., 2011).

### 4.6.4 Lisina, metionina, triptofano e treonina (adaptado de BUTOLO, 2010)

Os aminoácidos sintéticos são amplamente utilizados na fabricação de rações de aves e suínos, tendo a lisina e a metionina papéis de destaque. O emprego dos aminoácidos sintéticos nas rações de animais não ruminantes proporciona um ajuste mais adequado das rações, permitindo o emprego de formulações com base no conceito de **proteína ideal**. Considerando a alimentação de bovinos, os aminoácidos sintéticos devem ser preferencialmente fornecidos na forma protegida.

A-Z

#### homeostase

Capacidade do corpo em manter um equilíbrio estável a despeito das alterações exteriores. Estabilidade fisiológica.

#### proteína ideal

A formulação de rações com base na proteína baseia-se na mistura de aminoácidos ou proteínas cuja composição atenda as exigências dos animais para manutenção e crescimento. A proteína ideal tem total disponibilidade de digestão e de metabolismo, e é capaz de atender, sem excessos nem deficiências as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e produção.

A L-Lisina HCl é produzida por fermentação de matéria-prima de origem agrícola, como o açúcar ou o xarope da cana-de-açúcar. Apresenta-se na forma de cristais (pó) de coloração branca a amarelo claro, podendo ser encontrada na forma de pó ou líquida com teores de 78 % e 24 % de lisina, respectivamente.

A DL-Metionina pode ser encontrada na forma líquida (40 % de metionina) e em pó (99 % de metionina), sendo esta a mais utilizada na fabricação de rações.

A L-Treonina é produzida por fermentação de matéria-prima de origem agrícola, como o açúcar ou o xarope da cana-de-açúcar. Este ingrediente apresenta-se na forma de cristais (pó) de coloração branca a amarelo claro, com um teor de 98 % de treonina.

O L-Triptofano é produzido por fermentação de matéria-prima agrícola, como o melaço de beterraba ou o hidrolisado de amido. Apresenta-se na forma de cristais (pó) de coloração branca a amarelo claro, com um teor médio de 98 % de triptofano.

## A-Z

### **digestibilidade verdadeira**

E determinada pela diferença entre a quantidade de aminoácido na dieta e nas fezes ou digesta ileal, sendo considerada as perdas endógenas dos aminoácidos que são subtraídas da quantidade total de aminoácidos presentes nas fezes ou digesta ileal.

Os aminoácidos sintéticos possuem uma alta **digestibilidade verdadeira** que pode ser expressa como sendo o coeficiente de absorção de um nutriente, sendo em geral expresso como porcentagem do que foi retido em relação ao que foi ingerido. Por exemplo, a L-Lisina HCl possui uma digestibilidade de 99,6 % para aves e 98,1 % para suínos.

A utilização dos aminoácidos sintéticos nas rações dependerá mais de uma situação econômica do que de um posicionamento técnico. Estando o farelo de soja em uma situação de preço favorável para fábrica de ração, ele poderá entrar em maiores quantidades, diminuindo ou até mesmo excluindo algum aminoácido da dieta.

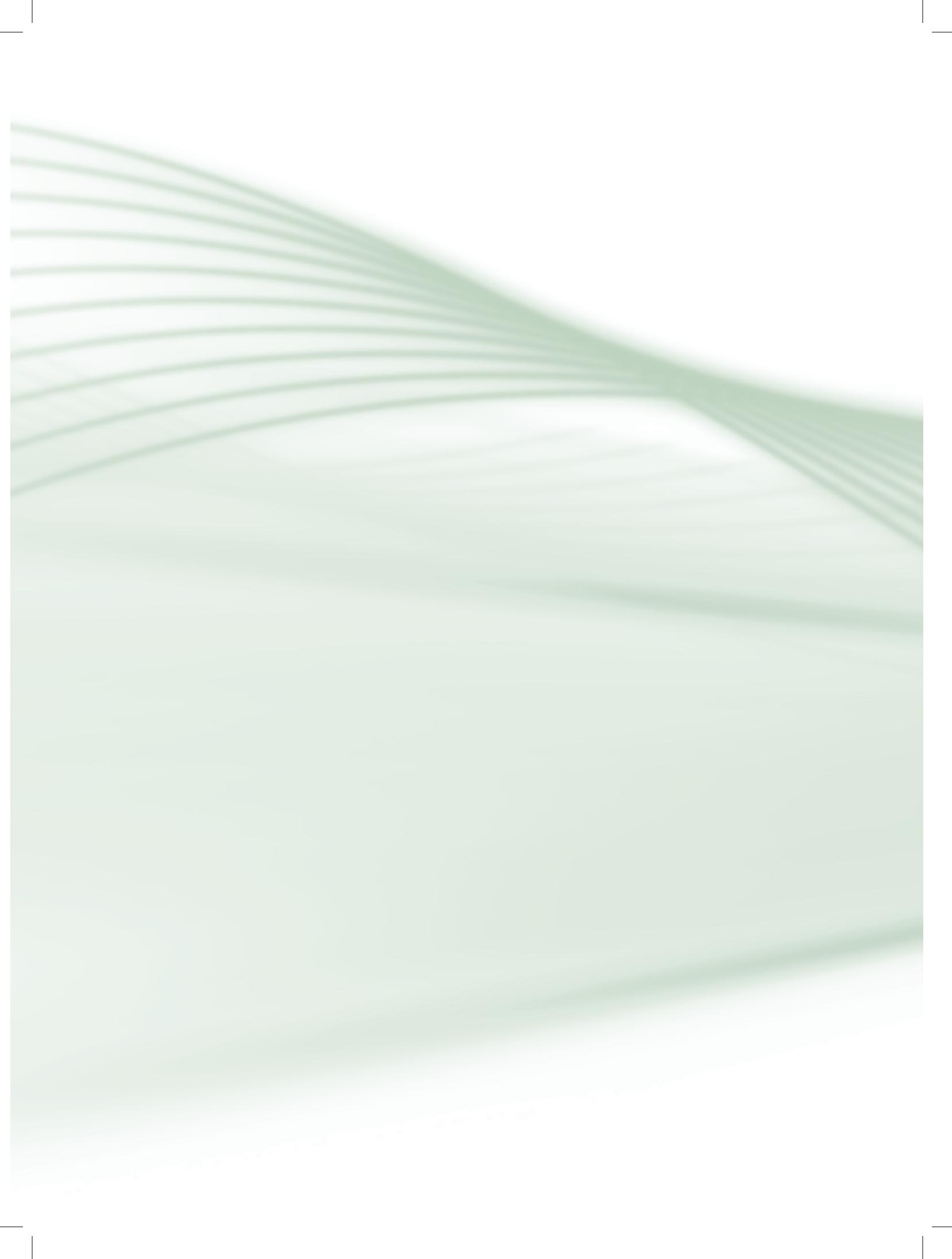
## Resumo

Os ingredientes e/ou matérias-primas de origem vegetal, particularmente grãos e derivados, constituem a base da formulação de rações, no entanto, os alimentos de origem animal como farinhas de carnes apresentam uma superioridade nutricional a exemplo do fornecimento de proteínas de alto valor biológico. Assim, além de conhecer os ingredientes de diferentes origens disponíveis para formulação, é importante que o responsável analise sua composição nutricional, fatores antinutricionais, limitações de uso e cuidados específicos no armazenamento e manipulação a fim de se evitar perdas de qualidade.

## Atividades de aprendizagem



1. Para que ocorra a desativação dos fatores antinutricionais da soja, este deve ser submetido ao tratamento térmico. É importante que este tratamento garanta um nível adequado de eliminação dos fatores antinutricionais, sem comprometer a qualidade do produto final. Nesse sentido descreva o que ocorre se os grãos forem submetidos a uma situação de subaquecimento e superaquecimento.
2. Quais os efeitos indesejáveis causados pelo fator antinutricional conhecido como ácido clorogênico?
3. Qual o período máximo de estocagem recomendado para a farinha de carne e ossos? O que poderia ser feito para aumentar esse período sem afetar a qualidade deste ingrediente?
4. Quais as justificativas favoráveis ao uso dos aminoácidos sintéticos nas rações de aves e suínos?
5. Os ingredientes de origem vegetal geralmente são classificados em proteicos e básicos (energéticos). Nesse sentido, de três exemplos de ingredientes proteicos e três de ingredientes básicos, e cite as características que torna um ingrediente proteico ou básico.



# Aula 5 – Tabela nutricional dos alimentos e limitações ao uso

## Objetivos

Compreender o papel dos nutrientes na alimentação animal.

Verificar a composição nutricional dos ingredientes estudados.

Compreender o nível prático de utilização dos ingredientes.

Conhecer as limitações ao uso dos ingredientes estudados.

Compreender as considerações gerais de uso e escolha de ingredientes.

## 5.1 Nutrientes na alimentação animal

O valor de uma substância tida como alimento é baseado em seu teor de nutrientes, constituintes que ajudam a manter a vida animal (ANDRIGUETTO et al., 2002). Partindo desse princípio, é importante considerar não apenas o “quanto” de nutrientes o alimento fornece, mas ter também uma avaliação qualitativa: como se encontram esses nutrientes (disponibilidade), fatores de flutuação (genéticos; edafoclimáticos) e aqueles de maior interesse na nutrição animal.

O fornecimento de uma ração nutricionalmente adequada para atendimento das exigências nutricionais dos animais é necessário visto que os nutrientes exercem papéis diferenciados e essenciais ao desempenho do animal e sua carência pode ocasionar desde fraquezas e distúrbios do crescimento até óbito do animal (Quadro 5.1).

O Quadro 5.1 traz apenas alguns exemplos de vitaminas e minerais, sendo que existem outros micronutrientes importantes às funções metabólicas.



**Quadro 5.1: Funções dos principais nutrientes na alimentação animal e consequências de carências nutricionais**

Nutriente	Funções	Carência nutricional
Água	Solvente; transporte de substâncias; proteção mecânica de órgãos; metabólica (anabolismo e catabolismo); termorregulação.	Desidratação; aumento do trabalho renal; intoxicação; mortalidade.
Carboidratos	Energética; estrutural; fonte de fibra alimentar; reserva.	Hipoglicemias; deficiência energética. Bovinos: cetose.
Proteínas	Energética; estrutural; biocatalisador; hormonal; reserva; proteção contra agressores; manutenção e reparo de tecidos; proteção imunológica; transporte e armazenamento; geração e transmissão de impulsos nervosos; coagulação do sangue; regulação do metabolismo da água.	Diminuição do consumo voluntário; menor eficiência do alimento; perda muscular; diminuição resposta imune; debilidade geral; alterações bioquímicas; alterações funcionais; alterações anatômicas; marasmo.
Lipídeos	Energética; transporte de vitaminas lipossolúveis; permeabilidade de paredes celulares; melhoria na conversão alimentar; isolante térmico; lubrificante; melhora da palatabilidade; redução nas perdas de ração; maior facilidade de peletização de rações.	Piora no desempenho produtivo e reprodutivo dos animais.
Vitaminas	Promoção do crescimento; manutenção da vida e capacidade de reprodução; absorção e metabolismo de nutrientes.  Tiamina (B1): coenzima em vários processos metabólicos.  Biotina: ação metabólica. Reações de carboxilação.  Vitamina D: ação metabólica. Induz formação de CABP (cálcio ligado à proteína) na mucosa intestinal; permeação de cálcio ionizado pelas células da mucosa intestinal no animal raquítico; calcificação da matriz óssea.  Riboflavina (B2): óxido-reduções biológicas; transporte de hidrogênio.  Vitamina E: ação metabólica; forte atividade antioxidante nos sistemas mitocondriais sensíveis à inibição irreversível por peróxidos lipídicos.  Vitamina A: participa dos fenômenos químicos da visão nos bastonetes retinianos; atua na síntese proteica e transporte de elétrons; organização do tecido ósseo.	Diminuição do apetite à mortalidade.  Inibição do crescimento; emaciação, debilidade progressiva. Suínos: natimortalidade. Aves: desordens nervosas.  Dermatite e perda de peso. Suínos: problemas de casco.  Animais jovens: raquitismo (retardo do crescimento, definhamento e fraqueza). Animais adultos: osteomalácia (amolecimento dos ossos).  Inibição do crescimento; diminuição do apetite. Suínos: dermatoses, doenças oculares. Aves: paralisia.  Gado e ovelhas jovens: degeneração muscular. Frangos: anormalidade vascular e degeneração cerebral.  Perda de apetite; diminuição no crescimento; cegueira noturna. Bovinos e suínos: queratinização do epitélio e xerofthalmia. Frangos: retardo no crescimento e mortalidade.
Minerais	Energética; estrutural; equilíbrio eletrolítico; cofatores.  Cálcio: ossificação; permeabilidade normal das células; coagulação sanguínea; contração muscular.  Fósforo: energética; ossificação; reprodução; metabolismo de macronutrientes; formação de ácidos nucleicos.  Magnésio: ossificação; contração muscular; equilíbrio acidobásico; metabolismo proteico e de gorduras.	Desregulamento do metabolismo.  Descalcificação óssea; fragilização do tecido ósseo; fadiga muscular; hiperexcitabilidade muscular; tetânia.  Desmineralização; menor ganho de peso. Bovinos: infertilidade; crescimento retardado. Aves: osteoporose.  Perda de apetite; baixo crescimento; hipersensibilidade; falta de coordenação; convulsões.

Fonte: Andriguetto et al., 2002; Ribeiro, 2006

## 5.2 Composição química de alimentos

O ponto de partida na escolha de quais ingredientes fornecerão os nutrientes na formulação de rações é realizar a análise qualitativa e quantitativa de sua composição química (ANDRIGUETTO et al., 2002; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007). A realização da análise bromatológica do ingrediente utilizado é mais fidedigna, no entanto, onerosa e dependente da existência de laboratórios especializados. Assim, costumam-se utilizar as tabelas nutricionais dos alimentos (exemplos, Tabelas 5.1 e 5.2), que fornecem a composição química média das principais matérias-primas utilizadas na fabricação de rações (MACHADO; GERALDO, 2011).

**Tabela 5.1: Composição química e custos dos principais ingredientes utilizados na formulação de rações para bovinos**

Alimentos Nutrientes (%)	MS	NDT	PB	EE	FDN	Ca	P	Mg	Custo (R\$/kg)
Silagem de milho <sup>1</sup>	27,4	63	8,03	2,92	59,1	0,52	0,16	0,22	0,07
Cana picada <sup>1</sup>	23,2	60,7	4,31	3,45	59,9	0,45	0,172	0,3	0,037
Pastagem <sup>1</sup>	25	50	4	2,4	70	0,25	0,1	0,15	0
Milho <sup>1</sup>	89	85	9	3,7	9	0,023	0,31	0,125	0,45
MDPS <sup>1</sup>	87	68	6	3,3	28	0,07	0,25	0,14	0,31
Polpa cítrica <sup>1</sup>	91	77	6,7	3,7	23	1,84	0,12	0,17	0,38
Farelo de trigo <sup>1</sup>	89	70,8	18,4	4,61	10,67	0,14	0,98	0,5	0,41
Óleo <sup>1</sup>	100	195	0	100	0	0	0	0	1,51
Soja (grão) <sup>1</sup>	90	97,3	42,1	20	14,9	0,278	0,655	0,233	0,41
Soja (farelo 44 %) <sup>1</sup>	89	82	51,5	1,01	7,75	0,41	0,62	0,4	0,74
Uréia <sup>1</sup>	100	0	281	0	0	0	0	0	1,24
Feno de alfafa <sup>2</sup>	89,27	58,51	18,81	2,68	45,79	1,30	0,24	-	-
Bagaço de cana <sup>2</sup>	58,17	42,22	1,99	0,91	86,54	0,09	0,05	-	-

Notas: MDPS = Milho Desintegrado com Palha e Sabugo; MS = Matéria Seca; NDT = Nutrientes Digestíveis Totais; PB = Proteína Bruta; EE = Extrato Étereo; FDN = Fibra em Detergente Neutro; Ca = Cálcio; P = Fósforo; Mg = Magnésio.

Fonte: <sup>1</sup>Lana, 2007; <sup>2</sup>Valadares Filho et al., 2012

A utilização de tabelas previamente elaboradas deve ser cautelosa, pois a composição de um vegetal pode variar em decorrência do surgimento de novos cultivares (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007) ou de fatores regionais (MACHADO; GERALDO, 2011; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007), por exemplo, a maior deposição de lignina na parede celular de vegetais de países tropicais em comparação a países de clima temperado, o que diminui a sua concentração de NDT (LANA, 2007). Essas diferenças entre outros fatores estimularam as pesquisas nacionais na construção de tabelas que refletem a realidade da composição química de ingredientes regionais (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007; VALADARES FILHO et al., 2012).

**Tabela 5.2: Composição química dos principais ingredientes utilizados na formulação de rações para aves e suínos**

Nutriente (%)	Milho	Farelo de algodão (30 %)	Farelo de soja (45 %)	Casca de soja	Farelo de trigo	Farelo de girassol	Quirera de arroz	FAD	FAI	Sorgo baixo anino	Farinha de carne/ossos (46 %)	Farinha de peixe (54 %)	Soro de leite em pó	Leite em pó integral	Óleo de soja	Melaço de cana
Matéria seca	87,48	89,65	88,75	89,13	88,38	89,74	88,20	89,72	89,34	87,60	93,27	92,06	95,40	96,20	99,60	73,98
PB	7,88	29,98	45,22	13,88	15,62	30,22	8,50	15,29	13,13	8,97	45,87	54,58	12,07	23,70	-	3,66
Gordura	3,65	1,28	1,69	3,00	3,50	1,78	1,14	1,65	14,49	2,96	12,04	7,46	0,90	26,00	99,60	0,10
Fibra bruta	1,73	24,93	5,30	32,70	9,50	25,73	0,50	10,86	8,07	2,30	-	-	-	-	-	2,46
FDA	3,38	31,11	8,07	44,90	13,64	24,89	7,00	15,80	12,58	5,90	-	-	-	-	-	-
FDN	11,93	42,33	13,79	57,40	40,10	41,01	4,70	24,30	21,53	10,03	-	-	-	-	-	-
ENN	72,95	28,16	30,71	34,95	55,06	26,03	77,13	51,84	44,67	72,26	0,25	7,28	73,98	40,00	-	59,02
Cálcio (Ca)	0,03	0,23	0,24	0,50	0,14	0,35	0,04	0,10	0,11	0,03	11,94	5,88	0,75	0,97	-	0,76
Fósforo (P)	0,25	0,87	0,56	0,14	0,97	1,03	0,17	1,89	1,67	0,26	5,97	2,89	0,68	0,60	-	0,06
P disponível	0,06	0,37	0,22	0,11	0,33	0,34	0,02	0,28	0,24	0,08	5,37	2,89	0,68	0,60	-	0,02
Lisina	0,23	1,21	2,79	0,88	0,62	0,95	0,29	0,69	0,63	0,20	2,27	3,40	0,98	1,95	-	-
Metionina	0,16	0,44	0,60	0,17	0,24	0,62	0,21	0,31	0,26	0,15	0,58	1,35	0,22	0,61	-	-
Met + cistina	0,33	0,93	1,28	0,39	0,58	1,10	0,39	0,59	0,52	0,30	0,98	2,28	0,47	0,84	-	-
Treonina	0,32	0,94	1,78	0,51	0,51	1,04	0,28	0,57	0,49	0,29	1,45	2,30	0,75	1,14	-	-
Triptofano	0,06	0,51	0,63	0,14	0,24	0,39	0,11	0,19	0,16	0,10	0,22	0,47	0,18	0,31	-	-
EB (kcal/kg)	3940	4130	4090	3900	3914	4289	3821	3740	4335	3912	3665	4065	3703	5431	9333	2850
<b>Valor digestível verdadeiro para aves</b>																
Lisina	0,19	0,89	2,57	0,54	0,47	0,78	0,24	0,54	0,49	0,17	1,90	2,96	-	-	-	-
Metionina	0,15	0,33	0,55	0,11	0,18	0,56	0,17	0,25	0,20	0,13	0,47	1,20	-	-	-	-
Met + cistina	0,29	0,63	1,13	0,19	0,43	0,94	0,26	0,43	0,38	0,26	0,77	1,93	-	-	-	-
Treonina	0,27	0,65	1,57	0,24	0,37	0,86	0,21	0,42	0,35	0,25	1,17	1,95	-	-	-	-
Triptofano	0,05	0,39	0,58	0,06	0,19	0,33	0,09	0,14	0,12	0,09	0,17	0,41	-	-	-	-
EM (kcal/kg)	3381	1666	2254	858	1795	1795	3279	1795	2521	3189	2417	2670	-	-	8790	1880
<b>Valor digestível verdadeiro para suínos</b>																
Lisina	0,18	0,71	2,54	0,53	0,46	0,74	0,26	0,50	0,46	0,16	1,73	2,63	0,89	1,80	-	-
Metionina	0,14	0,30	0,56	0,12	0,20	0,56	0,19	0,23	0,18	0,13	0,46	1,00	0,20	0,59	-	-
Met + cistina	0,29	0,58	1,16	0,26	0,46	0,94	0,33	0,41	0,36	0,25	0,75	1,43	0,42	0,79	-	-
Treonina	0,26	0,54	1,55	0,31	0,37	0,82	0,24	0,42	0,35	0,24	1,13	1,56	0,64	1,06	-	-
Triptofano	0,05	0,36	0,57	0,09	0,18	0,32	0,09	0,13	0,11	0,08	0,17	0,35	0,15	0,30	-	-
EM (kcal/kg)	3340	1996	3154	2207	2390	1955	3491	2450	3111	3315	2332	2740	3371	4948	8300	2345

Notas: FAD = Farelo de Arroz Desengordurado; FAI = Farelo de Arroz Integral; PB = Proteína Bruta; FDA = Fibra em Detergente Ácido; FDN = Fibra em Detergente Neutro; ENN = Extrativo Não Nitrogenado; EB = Energia Bruta; EM = Energia Metabolizável.

Fonte: Adaptado de Rostagno et al., 2011

**Tabela 5.3: Nível prático (Pr) e nível máximo (Máx) de inclusão de alimentos nas rações de aves e suínos em diferentes fases de produção (% na ração)**

Alimentos	Frangos inicial		Frangos crescimento		Poedeiras		Suínos inicial		Suínos crescimento		Suínos terminação		Suínos gestação		Suínos lactação	
	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx	Pr	Máx
Milho	65	65	65	65	65	65	60	60	65	65	70	70	65	65	70	70
FA (30 %)	2	4	3	5	3	5	2	4	4	7	5	8	5	8	3	6
Farelo de soja (45 %)	35	35	35	35	30	30	30	30	25	25	20	20	15	15	25	25
Casca soja	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	5	5	12	-	5	
Farelo de trigo	3	10	5	15	6	15	2	5	5	12	8	15	15	35	5	15
Farelo de girassol	5	10	8	15	8	15	5	10	8	15	10	18	13	20	10	20
Quirera de arroz	30	65	30	65	30	65	30	30	40	40	40	40	40	40	40	40
FAD	2	6	5	8	5	10	3	8	5	12	7	20	10	20	5	12
FAI	3	8	6	12	6	12	4	10	7	15	10	20	10	20	5	15
SBT	30	65	30	65	30	65	30	60	35	65	35	70	35	65	35	70
FCO (50 %)	5	8	5	10	5	10	4	6	4	7	4	8	4	8	4	8
FP (54 %)	3	7	2	5	2	5	5	12	5	10	5	5	5	10	5	10
Óleo vegetal	3	6	3	7	3	7	2	5	2	5	2	5	-	4	2	5
Melaço de cana	1	1	1	3	1	3	2	3	2	5	2	5	2	5	2	5

Notas: FA = Farelo de Algodão; FAD = Farelo de Arroz Desengordurado; FAI = Farelo de Arroz Integral; SBT = Sorgo Baixo Tanino; FCO = Farinha de Carne e Ossos; FP = Farinha de Peixe.

Fonte: Adaptado de Rostagno et al., 2011

Destaca-se que nem todos os nutrientes presentes nos alimentos consumidos pelos animais serão digeridos e absorvidos integralmente, ou seja, dificilmente o animal terá 100 % do nutriente consumido disponível para exercer suas funções dentro do organismo. A utilização dos nutrientes ingeridos pelo animal ou o chamado “valor digestível verdadeiro” desses nutrientes depende do uso que o organismo esteja capacitado a fazer deles, depende da **digestibilidade** do ingrediente (ANDRIGUETTO et al., 2002). A digestibilidade de cada nutriente é variável e está relacionada à espécie animal, sexo, idade, estado fisiológico, presença de fatores antinutricionais, entre outros. Por exemplo, o farelo de soja apresenta em sua composição aproximadamente 2,79 % de lisina total, e este possui um valor digestível verdadeiro de 2,57 e 2,54 % para aves e suínos, respectivamente (ROSTAGNO et al., 2011).

A **disponibilidade** de nutrientes também é variável. Embora o milho apresente 0,24 % de fósforo total, apenas 0,08 % está na forma livre (ROSTAGNO et al., 2011), ou seja, 67 % do fósforo se encontra na forma de ácido fítico, que é pouco aproveitada pelo animal.

Com base nos conceitos de diferentes tipos de energia verificados na Aula 3; percebe-se ainda que apesar do ingrediente “leite em pó integral” fornecer



A composição completa de outros ingredientes utilizados na alimentação de bovinos provenientes de diversas regiões do país pode ser encontrada no software gratuito “CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos”, em : <http://www.ufv.br/cqbal>

## A-Z

### **digestibilidade**

A fração do nutriente consumido que não é recuperada nas fezes, ou seja, fração do nutriente consumido que foi absorvida e está disponível para ser utilizada pelo animal.

## A-Z

### **disponibilidade**

A fração do nutriente que se encontra na forma livre em determinado alimento.

energia bruta de 5431 kcal/kg, a energia metabolizável para espécie suína é de 5137 kcal/kg (ROSTAGNO et al., 2011).

### 5.3 Níveis práticos e máximos de utilização e limitações de uso de ingredientes

A Tabela 5.3 apresenta os valores práticos de utilização e os níveis máximos recomendados de inclusão dos principais ingredientes nas rações de aves e suínos. O nível máximo de inclusão refere-se ao maior valor que o alimento pode ser adicionado sem afetar negativamente o desempenho dos animais, enquanto que o nível prático corresponde ao valor comumente usado no processo de fabricação de rações (ROSTAGNO et al., 2011).

O conhecimento desses valores é de grande utilidade ao produtor no momento da escolha de ingredientes. Para compreensão, toma-se como exemplo o produtor que deseja utilizar o seu excedente agrícola de farelo de trigo para alimentação de suínos em crescimento como substituto parcial do milho. Consultando a Tabela 5.2 verifica-se a superioridade do farelo de trigo em proteína bruta (15,62 %) em comparação ao milho (7,88 %), mas se analisada a Tabela 5.3 tem-se que a inclusão máxima do farelo de trigo na alimentação de suínos em crescimento deve ser de 12 % da ração. Isso se deve principalmente ao maior teor de fibra bruta desse ingrediente (9,50 %), indesejável para animais em fase de engorda, no entanto, poderia ser benéfico para suínos em gestação pela prevenção de **constipação** (verifica-se na Tabela 5.3 o nível máximo de 35 % de inclusão de farelo de trigo para suínos em gestação).

#### A-Z

##### constipação

Estado patológico causado pela diminuição ou parada dos movimentos peristálticos do intestino, causando a retenção do bolo fecal (fezes).

É causado principalmente pelo fornecimento de ração pobre em fibra.

Considerações semelhantes podem ser feitas na alimentação de animais ruminantes, após determinação do valor total de cada nutriente na ração.

O nível máximo de lipídios insaturados recomendados na ração de bovinos é de 5 %, a fim de que não seja afetada a fermentação ruminal (LANA, 2007), sendo que dietas com mais de 7 - 8 % de lipídeos totais deprimem o apetite. Algumas teorias tentam explicar a forma de ação das gorduras sobre a redução da digestibilidade (BORGES et al., 2003):

- Proteção ou envolvimento físico da fibra pela gordura.
- Modificação da microflora ruminal por ação tóxica da gordura sobre as bactérias.
- Inibição da atividade microbiana.

- Disponibilidade reduzida de cátions (particularmente Ca e Mg) para a formação de complexos insolúveis com ácidos graxos de cadeia longa (estes inibem a formação do propionato).

Considerando o fornecimento de minerais, a Tabela 5.4 apresenta o nível máximo tolerado para bovinos em comparação às suas exigências dietéticas.

**Tabela 5.4: Exigências dietéticas e nível máximo tolerável de minerais para bovinos em diferentes fases de produção**

Fase de produção	Macrominerais (% na MS)				Microminerais (PPM = mg/kg MS)					
	Mg <sup>1</sup>	Na <sup>2</sup>	K <sup>1</sup>	S <sup>1</sup>	Cu <sup>1</sup>	Zn <sup>1,3</sup>	Fe <sup>1</sup>	Mn <sup>1</sup>	I <sup>1</sup>	Co <sup>2,3</sup>
Novilhos	0,10	0,10	0,60	0,15	10	30	50	20	0,5	0,2
Vacas secas	0,10	0,10	0,60	0,15	10	30	50	20	0,5	0,2
Vacas em lactação	0,20	0,10	0,70	0,15	10	30	50	40	0,5	0,2
Vacas em gestação	0,12	0,10	0,60	0,15	10	30	50	40	0,5	0,2
Nível máx. tolerável	0,40	-	3,00	0,40	100	500	1.000	1.000	50,0	10,0
<sup>1</sup> NRC (1996). <sup>2</sup> NRC (1976). <sup>3</sup> Sousa (1985) sugere 50 ppm de Zn; 0,4 ppm de Co e 0,2 a 0,3 ppm de Se.										

Fonte: Lana, 2007

A ureia é um ingrediente fornecido como fonte nitrogenada para síntese de proteína em ruminantes e reduz os custos com suplementações proteicas. Sua utilização, no entanto, é naturalmente limitada, pois pode apresentar toxicidade, que se caracteriza por desequilíbrio de aminoácidos no cérebro, incoordenação motora e tetania muscular, tremores, colapso e morte de animais não adaptados. Em bovinos leiteiros são indicados, como quantidade segura, 60 g de ureia por cabeça ao dia. Para vacas no terço médio final de lactação o consumo pode chegar a 200 gramas/dia (geralmente se trabalha com 120 gramas/dia), fracionado em várias refeições durante o dia (não é recomendado fornecer a ureia em uma única dose diária, ou em intervalos menores de 2 horas) (GUIMARÃES JUNIOR et al., 2007). A ureia deverá ser fornecida em quantidades crescentes durante o período de adaptação, fornecendo-se inicialmente a dosagem de 30 gramas por dia, até o limite máximo, que irá variar conforme a categoria animal. O período de adaptação será de 2 a 4 semanas (ANDRIGUETTO et al., 1983; RIBEIRO, 2006).



Para saber mais sobre o fornecimento de ureia para ruminantes, acesse:  
[http://www.dzo.ufla.br/Roberto/ureia\\_para\\_ruminantes.pdf](http://www.dzo.ufla.br/Roberto/ureia_para_ruminantes.pdf)

Apesar do indiscutível valor nutritivo e alto valor biológico da proteína fornecida por alimentos de origem animal, atualmente, a utilização desses produtos na alimentação animal é limitada pela sua qualidade (BUTOLO, 2010) abordada na Aula 4 e observância de alguns parâmetros destacados por Bellaver (2001):

- Ausência de contaminação por *Salmonella*.

- b)** Controle da peroxidação de gorduras.
- c)** Conhecimento da composição e digestibilidade diferenciada de aminoácidos em diferentes espécies.
- d)** Possibilidade de ingestão de poliaminas com potencial de toxicidade aos animais.
- e)** Ausência de contaminação por esporos de *Clostridium botulinum*, e por fim,
- f)** Inativação do agente da Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE) ou “doença da vaca louca” seguindo medidas de produção e segurança alimentar adequadas.

Em relação a esse último parâmetro, convém ressaltar que após a morte de 137.000 cabeças de gado ocorridos na Grã Bretanha, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) proibiu o uso da farinha de carne e ossos na alimentação de ruminantes. A utilização de cama de frango na alimentação de bovinos também foi proibida em 2001, pela **Instrução Normativa** nº 06 do MAPA, como uma das medidas para se evitar no país os riscos potenciais da Encefalopatia Espongiforme Bovina. Atualmente a proibição é mantida e encontra-se em vigor a **Instrução Normativa** nº 08, de 25 de março de 2004 que “Proíbe em todo o território nacional a produção, a comercialização e a utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteínas e gorduras de origem animal” (BRASIL, 2004a).

Para saber mais sobre a IN nº 08 de 2004, acesse:  
<http://www.agricultura.gov.br>



Além dos limitantes ao uso dos ingredientes citados neste tópico e na Aula 4, outras dificuldades podem ser enfrentadas durante a formulação de rações, por exemplo, custo e disponibilidade de matérias-primas.

## 5.4 Escolha de ingredientes

Os grãos de cereais são largamente utilizados como base da alimentação animal. Como característica geral os grãos e seus derivados apresentam elevado valor energético, consequência de um elevado teor de amido. No entanto, sua proteína é de baixo valor biológico (reduzidas concentrações de lisina e triptofano), e apresentam pobreza em cálcio e vitaminas niacina e ácido pantotênico (exceção do trigo e arroz integrais), provitamina A (exceção do milho amarelo) e carência em vitamina D e riboflavina. Apesar da relativa

riqueza em fósforo, somente parte é utilizável por aves e suíños devido à complexação com ácido fítico (ANDRIGUETTO et al., 2002).

O milho é considerado o ingrediente energético por excelência para formulação de rações para aves e suíños (ANDRIGUETTO et al., 2002; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007), assim como o farelo de soja e a soja integral são as principais fontes proteicas (BUTOLO, 2010, p. 186; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007). Pode-se ainda, ter a exigência em outro nutriente, como fibra ou lipídios e a necessidade de supri-la com adição de outra matéria-prima à formulação. A utilização de alimentos alternativos e resíduos agroindustriais não tóxicos como base da alimentação animal deve ser avaliada na formulação de rações com menor custo (ANDRIGUETTO et al., 2002).

A Tabela 5.5 mostra um exemplo de três formulações hipotéticas elaboradas com dados da Tabela 5.1.



Para saber mais sobre a utilização do sorgo como substituto do milho, acesse:  
<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/nutricao/artigos/utilizacao-sorgo-como-substituto-t991/141-p0.htm>

**Tabela 5.5: Formulações para alimentação de gado de leite (500 kg peso vivo, produção de 25 kg leite/dia com 4,15 % de gordura e 3,35 % de proteína)**

Ingredientes (kg)	Ração 1	Ração 2	Ração 3
Silagem de milho	69,7	59,0	52,0
Cana	0,0	0,0	2,0
Pastagem	0,0	0,0	9,0
Milho	18,45	0,0	15,0
MDPS	0,0	2,0	2,0
Polpa cítrica	0,0	2,0	2,0
Farelo de trigo	0,0	30,0	6,0
Óleo	0,0	1,0	0,5
Farelo de soja	9,6	5,0	10,0
Soja (grão)	0,0	0,0	0,0
Ureia	1,0	1,0	1,0
Suplemento mineral	1,244	0,972	1,173
Custo (R\$/animal)	6,90	6,93	6,74
Exigência do animal (NRC, 2001): MS: 100 kg; NDT: 67,50 kg; PB: 15 kg; FDN mín.: 28 kg; EE máx.: 5 kg.			

Fonte: NRC, 2001

**Análise das formulações** – ambas as dietas atendem a exigência nutricional dos animais. Verifica-se que nas rações 1 e 2, onde utilizou-se um número menor de ingredientes, ficando em 5 e 8, respectivamente, os custos das rações foram maiores. Ao contrário da ração 3, aonde utilizaram-se 11 ingredientes buscando-se explorar a utilização da cana, produto com um custo relativamente baixo (R\$ 0,037/kg) e o pasto, que para esse exemplo não teve custo. A adição desses ingredientes reduziu na dieta 3 a inclusão de silagem de

milho (R\$ 0,07/kg) em 17,7 kg em comparação à ração 1. Além disso, a dieta 3 apresentou uma redução na inclusão de milho grão (R\$ 0,45/kg) e farelo de trigo (R\$ 0,41/kg) que geralmente contribuem para a elevação do custo das rações de ruminantes. Resumidamente, pode-se dizer que a disponibilidade de uma quantidade maior de ingredientes e alimentos na dieta dos bovinos pode reduzir o custo da fórmula atendendo-se a exigência dos animais. No entanto, vale salientar que o uso de uma quantidade maior de ingredientes na fábrica de ração demandará por estrutura e eficiência maiores no processo de produção.

Em fábrica de rações, a adoção de um ingrediente levará em conta não somente a sua disponibilidade e custo, mas se fará uma comparação entre a composição química deste e seus possíveis substitutos (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007). Na Tabela 5.6, evidencia-se que nutricionalmente o farelo de soja é superior ao farelo de algodão, e o que determinará a utilização deste último na ração será o seu custo por quilograma, que terá que ser inferior ao custo por kg do farelo de soja.

**Tabela 5.6: Composição química e valores energéticos do farelo de soja (45 %) e do farelo de algodão (30 %)**

Parâmetros	Unidade	Farelo de soja (45 %)	Farelo de algodão (30 %)
PB	%	45,22	29,98
Gordura	%	1,69	1,28
FB	%	5,30	24,93
E. bruta	kcal/kg	4090	4130
EM (suínos)	kcal/kg	3154	1996
EM (aves)	kcal/kg	2254	1666

Fonte: Adaptado de Rostagno et al., 2011

Ao iniciar o processo de escolha de matérias-primas, deve-se ter em mente:

- a)** Conhecimento dos ingredientes: valor nutricional, dados de disponibilidade e preço.
- b)** Animais devem competir o mínimo possível por alimentos com a população humana.
- c)** Não existe nenhum alimento insubstituível.
- d)** Resíduos agroindustriais devem constituir a base da alimentação, salvo aspectos toxicológicos e custos de processamento.

- e) Esses resíduos, desde que forneçam nutrientes aos animais, podem ser transformados por estes em alimentos nobres para alimentação humana (ANDRIGUETTO et al., 2002).

## Resumo

O alimento é fator central da nutrição animal por fornecer os constituintes necessários à manutenção da vida, desenvolvimento e atividades de produção: os nutrientes. O conhecimento das exigências nutricionais dos animais bem como da composição dos alimentos, disponibilidade, alternativas e custo, possibilitam a formulação de dietas balanceadas para os vários níveis de produção, de modo a proporcionar maior aproveitamento dos nutrientes pelo animal sem que haja desperdício de alimentos.

## Atividades de aprendizagem



1. Qual a importância do fornecimento de uma ração nutricionalmente adequada? Complemente sua resposta, comentando o papel de dois nutrientes na alimentação animal e consequências de sua deficiência.
2. Quais informações podem ser extraídas de tabelas de composição de alimentos que auxiliam a formulação de rações?
3. Diferencie níveis práticos de utilização e máximo de inclusão de ingredientes na formulação de rações, exemplificando.
4. Explique três fatores determinantes para a escolha de ingredientes.
5. Em cada situação, escolha uma fonte proteica, justificando a escolha:
  - a) Suínos em crescimento:
    - ( ) 50 % de milho.
    - ( ) 10 % de farelo de algodão (30 % de PB).
    - ( ) 25 % de farelo de soja (45 % de PB).

**b) Poedeiras:**

- ( ) 20 % de farelo de girassol.
- ( ) 5 % de farinha de peixe.
- ( ) 5 % de farinha de carne e ossos.

6. Levando-se em conta que o farelo de soja (45 % de PB) custa R\$ 0,60 por kg, quanto teria que custar o kg do farelo de algodão (30 % de PB) para que o mesmo seja utilizado na ração de suínos em terminação?
7. Caso o custo e a disponibilidade do farelo de algodão (30 %) viabilize a sua adição na dieta de suínos em terminação, qual o nível máximo de inclusão que poderia ser recomendado?

# Aula 6 – Aditivos utilizados na alimentação animal

## Objetivos

Conhecer os principais aditivos utilizados na formulação de rações e suas funções.

Conhecer a legislação vigente inerente à utilização de aditivos na formulação de rações.

### 6.1 Principais aditivos utilizados na ração animal

“Os aditivos são todas as substâncias intencionalmente adicionadas aos alimentos, que não serão prejudiciais aos animais, ao homem, não deixem resíduos nos produtos de consumo, não contaminem o meio ambiente e que sejam utilizadas sob determinadas normas” (BUTOLO, 2010, p. 299).

De maneira geral, os aditivos utilizados na alimentação animal não devem:

- Ter um efeito adverso sobre a saúde animal, humana e ao meio ambiente.
- Ser apresentados de uma forma que possa induzir o utilizador ao erro.
- Prejudicar o consumidor ou induzi-lo ao erro por alterar as características distintivas dos produtos de origem animal.

Do contrário, os aditivos empregados na alimentação animal, do ponto de vista prático, devem:

- Alterar favoravelmente as características dos alimentos para animais.
- Alterar favoravelmente as características dos produtos de origem animal.
- Satisfazer as necessidades nutricionais dos animais.
- Influenciar favoravelmente a produção, o rendimento ou o bem-estar dos animais, influenciando particularmente a flora gastrointestinal ou a digestibilidade dos alimentos para animais.

**bactérias patogênicas**

São micro-organismos que causam doenças nos animais.

Na sequência serão listados alguns aditivos utilizados na nutrição animal, abordando-se suas características principais.

### 6.1.1 Ácidos orgânicos e inorgânicos

Os ácidos orgânicos ou inorgânicos (ácido fosfórico) são adicionados à dieta visando a redução do pH do trato digestivo, com o objetivo de facilitar a digestão e dificultar a colonização de **bactérias patogênicas** (BUTOLO, 2010, p. 303).

Os ácidos orgânicos podem apresentar os seguintes efeitos, considerados benéficos (GONZALES; SARTORI, 2011; ROTH apud OELKE; POZZA, 2005):

- Atuam no alimento reduzindo o pH com ação antimicrobiana (bactéria, levedura e fungos), causando uma maior conservação e higiene do alimento e/ou rações.
- No estômago atuam no ajuste rápido do pH ácido, favorecendo assim a ação da pepsina, e a digestão gástrica.
- Potencializadores dos ganhos nutricionais das dietas, promovido pelo aumento da disponibilidade dos nutrientes, principalmente da proteína.

No intestino delgado tem efeito antimicrobiano, otimizando assim a flora intestinal (inibem a proliferação de bactérias como a *Salmonella* e *Escherichia coli*).

São exemplos de acidificantes o ácido fórmico, ácido propiônico, formaldeído, ácido cítrico, ácido fumárico e ácido fosfórico. Os ácidos orgânicos são utilizados principalmente na ração de leitões na fase de creche.

### 6.1.2 Adsorventes

Substâncias adicionadas a ração que não são absorvidas no trato gastrintestinal, ligando-se às micotoxinas de modo a transportá-las total ou parcialmente para fora do trato digestivo, impedindo que ocorra a intoxicação (FIALHO, 2009). São exemplos de micotoxinas as aflatoxinas, fumonisinas, zearalenonas, tricotecenes e vomitotoxina. Considera-se que o aluminosilicato, bentonita, carvão ativo (GONZALES; SARTORI, 2011) e os mananoligosacarídios são adsorventes de micotoxinas.

### 6.1.3 Aromatizantes e palatabilizantes

“Os aromatizantes são substâncias que conferem aroma às rações, melhorando a sua aceitação e, consequentemente estimulando o consumo através

do aumento das atividades secretórias glandulares” (BUTOLO, 2010, p. 320). Exemplo de aroma: baunilha.

“Os palatabilizantes melhoram o paladar, com consequente aumento de consumo das rações” (BUTOLO, 2010, p. 320). Exemplo de palatabilizante: açúcar e sacarina sódica.

#### **6.1.4 Antioxidantes**

“Produtos sintéticos ou naturais, capazes de neutralizar os radicais livres e inibir ou retardar a oxidação” (BUTOLO, 2010, p. 313). Como já visto anteriormente, os antioxidantes são utilizados em vários ingredientes, como é o caso das farinhas de carne e ossos e peixe, do óleo e das gorduras de origem animal, e adicionalmente nas rações, principalmente nas que apresentam a inclusão dos ingredientes mencionados.

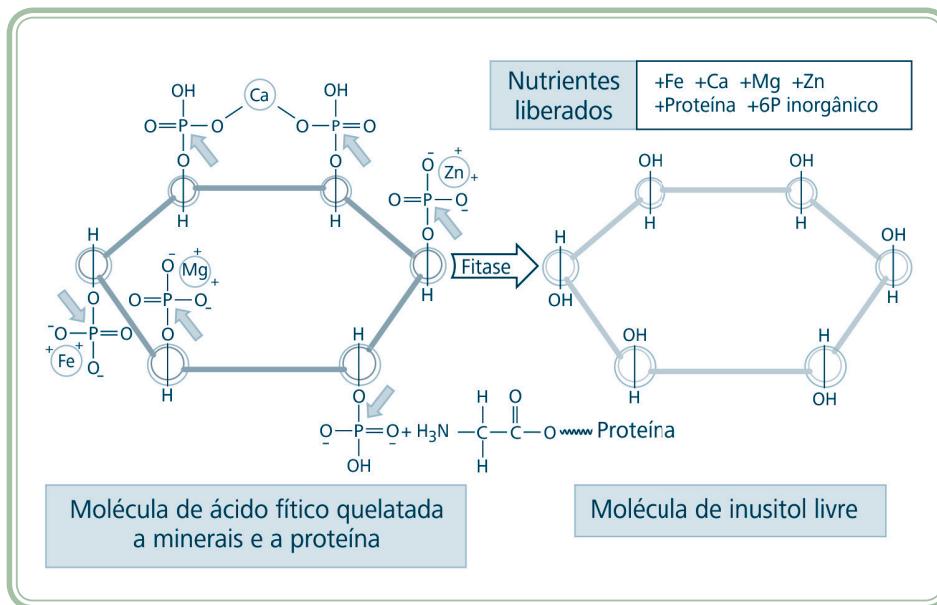
Como exemplo de antioxidantes naturais podemos citar a vitamina E e o ácido ascórbico, e sintéticos tem-se o butilhidroxianisol (BHA), butilhidroxitolueno (BHT) e etoxiquim.

#### **6.1.5 Enzimas**

Enzimas são proteínas de alta complexidade molecular, que sob condições específicas de umidade, temperatura e pH atuam sobre os substratos também específicos. “Comercialmente se tem a disposição as seguintes enzimas para serem utilizadas na nutrição animal: fitases, betaglucanases, endoxilanases, alfa-amilases, proteases, pectinases, pentosanases e as lipases” (BUTOLO, 2010, p. 323).

No geral, a utilização de enzimas nas rações dos animais pode proporcionar (BUTOLO, 2010) uma melhoria da digestibilidade de carboidratos complexos; aumento da utilização da energia; remoção dos aspectos negativos sobre a atividade do lúmen e consistência das excretas; melhoria da digestibilidade de lipídeos e aminoácidos; melhoria da utilização de fósforo; e redução da excreção de nutrientes no meio ambiente.

Para efeito de exemplificação, utiliza-se a enzima fitase (Figura 6.1).



**Figura 6.1: Molécula do ácido fítico com os nutrientes nela quelatados (esquerda), e após a atuação da enzima fitase liberando os nutrientes**

Fonte: CTISM, adaptado de autores

Pode-se observar que a molécula de ácido fítico, além de indisponibilizar o fósforo, apresenta-se quelatado a minerais e a proteína. A enzima fitase é responsável pela quebra da molécula de ácido fítico, liberando o fósforo e também minerais (ferro, zinco, magnésio e cálcio) e proteínas para serem aproveitados pelo organismo animal.

### 6.1.6 Probióticos, prebióticos e simbióticos

O probiótico é um “suplemento alimentar composto de micro-organismos vivos, os quais afetam benicamente o hospedeiro pela melhoria do balanço intestinal” (BUTOLO, 2010, p. 326), pois estimulam seletivamente o crescimento de uma ou mais **bactérias benéficas** do cólon. Ocorre o aumento da competição entre as bactérias patogênicas e benéficas por sítios de ligação no epitélio intestinal. Os probióticos disponíveis no mercado normalmente são constituídos pelos *Lactobacillus*, *Bifidobacterias*, *Enterococcus* e *Streptococcus* (BUTOLO, 2010).

A-Z

#### bactérias benéficas

Micro-organismos que habitam o intestino e trazem benefícios ao organismo.

Os prebióticos estimulam o desenvolvimento de *Lactobacillus* e *Bifidobacterias*, conhecidas pela grande capacidade de produzirem ácido láctico e acético. A maior produção destes ácidos promove a diminuição do pH no sistema digestório e consequente inibição no desenvolvimento das populações de bactérias nocivas, como *Escherichia coli*, *Clostridium sp.* e *Salmonella sp.*, as quais apresentam alta sensibilidade a ambientes ácidos (MATHEW apud OELKE; POZZA, 2005).

Fazem parte dos prebióticos, as inulinas, fruto-oligossacarídeos, galacto-oligossacarídeos (BUTOLO, 2010). Vários são os oligossacarídeos encontrados como componentes da maioria dos produtos naturais, e dentre os mais estudados como aditivos alimentares destacam-se os fruto-oligossacarídeos (FOS), gluco-oligossacarídeos (GOS) e mano-oligossacarídeos (MOS). Os MOS usados como aditivos de rações consistem em fragmentos de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* como uma estrutura complexa de manose fosforilada, glicose e proteína (SPRING apud OELKE; POZZA, 2005).

As bactérias nocivas tendem a se aderir às células epiteliais (nas vilosidades do intestino delgado) através das fímbrias. Com a presença do MOS no lúmen intestinal, ao invés das bactérias patogênicas se ligarem nas células epiteliais do intestino, elas irão se ligar a manose, e posteriormente serão eliminadas do trato gastrointestinal.

Os simbióticos consistem da mistura dos probióticos e prebióticos, que afeta beneficamente o hospedeiro aumentando o número de micro-organismos (efeito probiótico) e fornecendo substratos a esses e aos já existentes (efeito prebiótico). São constituintes dos simbióticos os fruto-oligossacarídeos mais bifidobactérias e o lactitol mais *Lactobacillus* (BUTOLO, 2010).

### 6.1.7 Ractopamina

A ractopamina, um dos aditivos autorizados para ser utilizados na nutrição de suínos (BRASIL, 2008), é um agonista repartidor de energia, que tem proporcionado melhora significativa no desempenho e nas características de carcaças de suínos em terminação, por aumentar a taxa de deposição e a eficiência do tecido muscular.

Em nível celular, a ractopamina pode inibir a **lipogênese** e estimular a **lipólise** (MILLS apud ANDRETTA, et al., 2011). Assim, a ractopamina atuaria metabolicamente diminuindo a deposição de tecido adiposo nas células, e proporcionando a degradação da gordura armazenada no tecido animal, sendo que esta poderia ser utilizada em outras funções metabólicas fornecendo energia para estas, como por exemplo, na deposição proteica (carne).

Tem se estudado a utilização da ractopamina na ração de fêmeas suínas em gestação (HOSHI, 2008), que na prática poderá determinar um maior peso dos leitões ao nascimento, ou um melhor desempenho subsequente, nas fases de recria e/ou terminação.

A-Z

#### lipogênese

Síntese de ácidos graxos e triglicérides, que serão armazenados no tecido adiposo.

#### lipólise

É a degradação da gordura (reservas energéticas) para a produção de energia.



Para saber mais sobre a utilização da ractopamina na ração de fêmeas suínas em gestação, acesse:

<http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000135400>

Para fêmeas suínas gestantes, tem se estudado a utilização de ração contendo ractopamina dos 25 aos 50 dias de gestação. Na ração de suínos em terminação a ractopamina é utilizada nos últimos 26 dias que antecedem o abate.

### 6.1.8 Bicarbonato de sódio

As substâncias tampões em geral são utilizadas para reduzir a incidência de acidose nos ruminantes alimentados com dietas com alto teor de grãos, ou para melhorar a digestibilidade da fibra em dietas a base de silagem de milho. O bicarbonato de sódio é considerado um tampão “verdadeiro” e eficiente pelo seu **pKa** de 6,25, sendo normalmente utilizado na dieta de animais ruminantes (COSTA, 2003).

#### A-Z

##### pKa

Quando o pH do meio é igual ao pKa de um composto, a metade deste estará na forma ionizada e a outra metade na forma não ionizada.

##### matéria seca

A matéria seca é a fração do alimento excluída a umidade natural deste.

Pode-se incluir de 0,75 a 1,0 % de bicarbonato de sódio na **matéria seca** da dieta total, podendo chegar a 1,2 % ou mais no concentrado. Também, pode-se trabalhar com o fornecimento em gramas/dia, que fica entre 110 a 225 g/dia (FIALHO, 2003).

### 6.1.9 Ionóforos (monensina e lasolicida)

Amplamente utilizados na nutrição animal, principalmente para bovinos. Os ionóforos são um tipo de antibiótico que, seletivamente, deprime ou inibe o crescimento de micro-organismos do rúmen (NICODEMO, 2001). A manipulação da fermentação ruminal tem como principais objetivos aumentar a formação de ácido propiônico, diminuir a formação de metano (responsável pela perda de 2 % a 12 % da energia do alimento) e reduzir a proteólise e desaminação da proteína dietética no rúmen.

As ações dos ionóforos sobre o desempenho parecem resultar de uma série de efeitos sobre o metabolismo, tais como (NICODEMO, 2001):

- Os ionóforos melhoram a eficiência do metabolismo de energia alterando os tipos de ácidos graxos voláteis produzidos no rúmen (aumento de propionato, redução de acetato e butirato) e diminuindo a energia perdida durante a fermentação do alimento.
- Os ionóforos reduzem a degradação de proteína do alimento e podem diminuir a síntese de proteína microbiana, aumentando a quantidade de proteína de origem alimentar que chega ao intestino delgado.
- Ionóforos podem reduzir a incidência de acidose (por meio de aumento no pH ruminal e inibição de bactérias produtoras de ácido láctico) e **timpanismo**.

#### A-Z

##### timpanismo

Doença metabólica de animais ruminantes, caracterizada pela distensão acentuada do rúmen e retículo, devido à incapacidade do animal em expulsar os gases produzidos através dos mecanismos fisiológicos normais, que acarreta um quadro de dificuldade respiratória e circulatória, com asfixia e morte do animal.

### **6.1.10 Virginiamicina**

Produto da fermentação do *Streptomyces virginiae*, que, promove maior estabilização da fermentação, diminuindo as oscilações na ingestão dos alimentos. Este antibiótico é mais efetivo contra bactérias Gram positivas, tendo um espectro de ação similar aos ionóforos. A virginiamicina é potente inibidor de bactérias produtoras de ácido lático, podendo ser utilizados na prevenção de acidoses ruminais, facilitando uma mais rápida transição entre uma dieta com altos níveis de forragem para dietas ricas em concentrados. Quanto à fermentação ruminal, este antibiótico promove um aumento nas concentrações de propionato e butirato, com queda nas concentrações de acetato e lactato, mantendo o pH elevado mesmo em dietas ricas em concentrado (HILL et al., 2002).

### **6.1.11 Ureia pecuária**

“A ureia é um composto nitrogenado não proteico (NNP)” (GUIMARÃES JUNIOR et al., 2007, p. 10), que pode ser convertida em proteína de alto valor biológico por micro-organismos ruminais e substituir até 33 % do nitrogênio proteico em dietas para ruminantes (ANDRIGUETTO et al., 1983; PAIXÃO et al., 2006, p. 2452). “Teoricamente, 100 gramas de ureia na dieta de ruminantes produz 290 gramas de proteína microbiana” (GUIMARÃES JUNIOR et al., 2007, p. 11). Os aspectos práticos da utilização da ureia foram citados na Aula 5.

## **6.2 Aditivos autorizados e proibidos conforme a legislação vigente**

O MAPA, por meio da Divisão de Fiscalização de Aditivos, da Coordenação de Produtos para Alimentação Animal (CPAA) coordena o registro de aditivos para alimentação animal. O registro é conduzido segundo as boas práticas de fabricação, procedimentos sobre avaliação da segurança de uso, registro e comercialização previstos na **Instrução Normativa nº 13**, de 30 de novembro de 2004, a qual estabelece as normas para o registro de aditivos para produtos destinados à alimentação animal (BRASIL, 2004b).

Seguindo as prerrogativas estabelecidas na IN 13/04, são formuladas listagens com aditivos autorizados e proibidos para utilização na alimentação animal, com descrições, limites e restrições, dentre outras orientações gerais. Convém ressaltar, que um mesmo aditivo poderá ser reclassificado em decorrência de novas pesquisas destacando-se a importância da consulta periódica ao MAPA para atualizações. Os Quadros 6.1 e 6.2 apresentam de forma resumida, uma listagem de aditivos proibidos e aditivos autorizados, respectivamente, para utilização na alimentação animal.



Para saber mais sobre a IN nº 13 de 2004, acesse:  
<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>

### Quadro 6.1: Aditivos proibidos para uso em produtos destinados à alimentação animal

Aditivos
Avoparcina; carbadox; olaquindox; cloranfenicol e nitrofuranos; anfenicóis; tetraciclinas; betalactâmicos; quinolonas e sulfonamidas sistêmicas; arsenicais e antimoniais; hormônios como aditivos alimentares em aves; anabolizantes para bovinos; violeta genciana.

Fonte: BRASIL, 2011a

### Quadro 6.2: Aditivos autorizados para uso em produtos destinados à alimentação animal

Classificação	Exemplos de aditivos
Nutricionais – Vitamínicos	Vitaminas A; B1; B2; B3; B5; B6; B12; C; K; D; E; ácido fólico; biotina.
Nutricionais – Microminerais	Cobalto; cobre; cromo; ferro; iodo; manganês; molibdênio; níquel; selênio; zinco.
Nutricionais – Aminoácidos	Ácido aspártico; ácido glutâmico; alanina; arginina; carnitina; cisteína; fenilalanina; glicina; glutamina; isoleucina; leucina; lisina; metionina; prolina; treonina; triptofano; serina; tirosina.
Nutricionais – Outros	Ureia; nucleotídeos purificados; ácido linoleico conjugado; propilenoglicol.
Tecnológicos	Ácidos mágico; propiônico; cítrico e acético; tocoferois; TBHQ; BHA; BHT; lecitina; etoxiquin; goma arábica; celulose; ácidos graxos; aspartame; propilenoglicol; colágeno; carvão vegetal.
Sensoriais – Corantes artificiais	Orgânicos: amarelo tartrazina e crepúsculo; azul indigotina e brilhante; vermelho amaranto;ponceau 4r e eritrosina. Inorgânicos: dióxido de titânio; óxido de ferro.
Sensoriais – Corantes naturais	Curcumina; clorofila cíprica; caramel; betacaroteno; carotenos naturais; bixina; urucum; capsantina; ester etílico ácido carotenóico; corante natural luteína; zeaxantina.
Sensoriais – Pigmentantes	Betacaroteno; éster etílico do ácido beta-apo8 carotenóico; cantaxantina; citranaxantina; astaxantina.
Sensoriais – Aromatizantes	Naturais: óleos essenciais; oleoresinas e extratos. Sintéticos: carvacrol; cinamaldeído; eugenol; D-limoneno.
Zootécnicos – Enzimáticos	Alfa-Amilase; exo-1,4-alfa-glucosidase; endo-1,3(4)-beta-glucanase; exo-1,2-1,3-alfa-mananosidase; protease; exo-1,4-B-xilosidase; fitase; alfa-galactosidase.
Zootécnicos – Prebióticos	Mananoligossacarídeo; extrato de parede de levedura; frutooligossacarídeo; goma acácia; gluconato de sódio; farelo de coco; inulina; extrato de raiz de chicória.
Aditivos a base de micro-organismos	Probióticos: <i>Aspergillus oryzae</i> ; algumas espécies de <i>Bacillus</i> ; <i>Bifidobacterium</i> ; <i>Enterococcus</i> ; <i>Lactobacillus</i> ; <i>Ruminobacter</i> ; <i>Saccharomyces</i> ; <i>Streptococcus</i> . Inoculantes de silagens: <i>Enterococcus faecium</i> ; <i>Propionibacterium acidipropionici</i> e algumas espécies de <i>Lactobacillus</i> e <i>Pediococcus</i> . Inativadores de micotoxinas: <i>Eubacterium sp.</i>
Antimicrobianos	Avilamicina; bacitracina metileno disalicilato; bacitracina de zinco; colistina; clorexidina; enramicina; eritromicina; espiramicina; flavomicina; halquinol; lasalocida; lincomicina; monensina; salinomicina; tiamulina; tilosina; virginamicina.
Anticoccidianos	Amprório; clopidol; decoquinate; diclazoril; halofuginona; lasolicida; maduramicina; monensina; narasin; nicarbazina; robenidina; salinomicina; semduramicina.
Agonistas	Ractopamina

Fonte: BRASIL, 2008 e 2011b

Para visualizar a lista completa de aditivos proibidos e legislação correspondente, acesse o site do MAPA em:  
<http://www.agricultura.gov.br/animal/alimentacao/aditivos/aditivos-proibidos>



Salienta-se que dentre os tipos de aditivos, exemplo Vitamina A, pode haver diversas substâncias permitidas como retinol, palmitato de retinol e ainda

acetato de retinol, fazendo-se necessária a realização da consulta ao Ministério da Agricultura sempre que se desejarem maiores informações sobre quais são os aditivos autorizados.

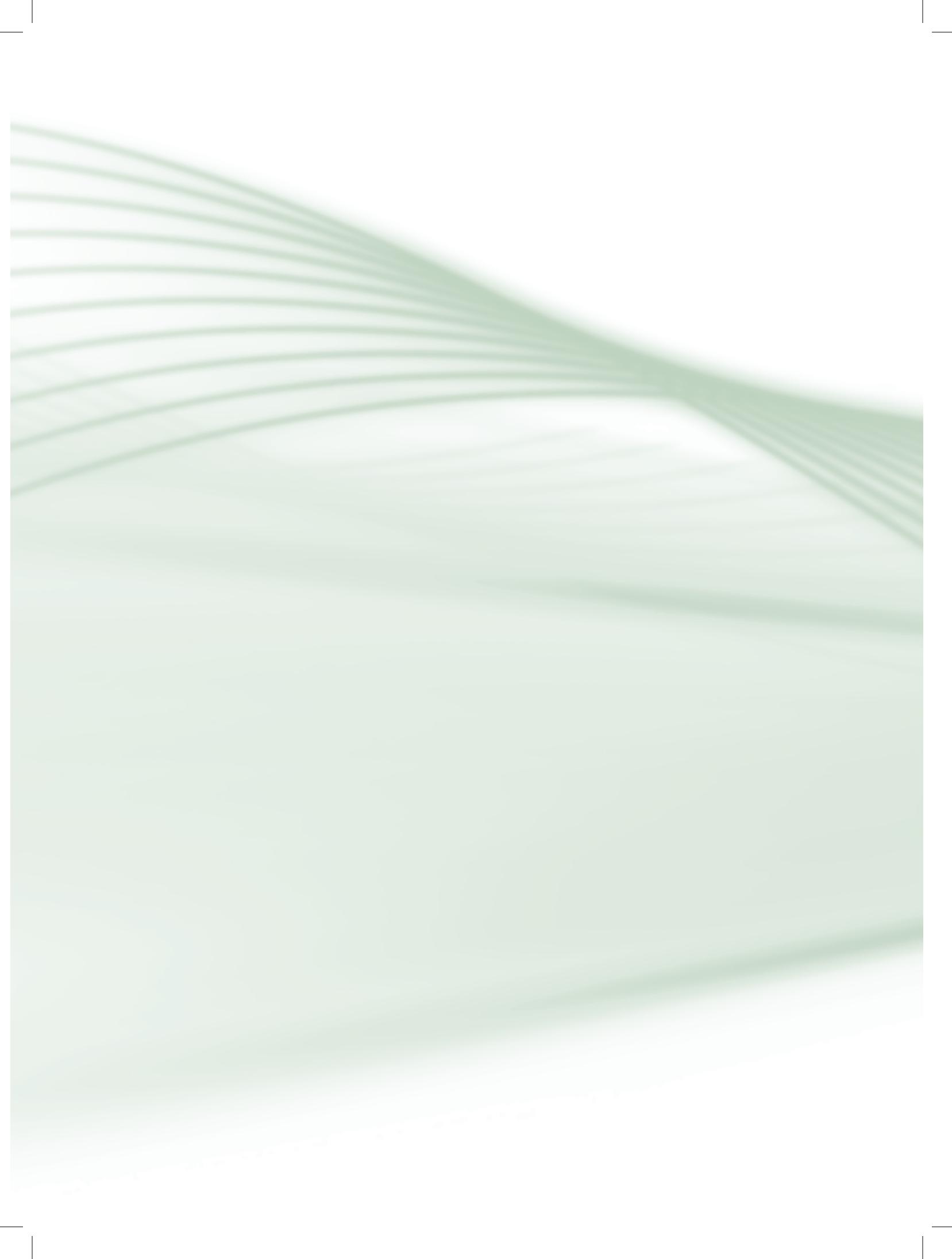
## Resumo

Os ingredientes utilizados na formulação de produtos destinados à alimentação animal fornecem os nutrientes necessários ao suprimento das exigências nutricionais das espécies. No entanto, melhoras significativas no desempenho animal, no aproveitamento de energia e dos nutrientes fornecidos pelos alimentos, bem como da conversão alimentar entre outras ações, podem ser atingidas com o uso de aditivos alimentares. A utilização dessas substâncias deve ser criteriosa, de modo que não prejudique a saúde do animal e/ou do homem, seu consumidor final, bem como deve ser respeitada a autorização de uso segundo o MAPA.

## Atividades de aprendizagem



1. Quais os objetivos e exigências para uso de aditivos empregados na alimentação animal?
2. Explique por que o ácido propiônico é utilizado na alimentação animal como aditivo antimicrobiano.
3. Considerando o armazenamento de farinha de peixe, qual aditivo recomendar-se-ia utilizar? Explique descrevendo o modo de ação do aditivo indicado.
4. O emprego da enzima fitase no processo de formulação de rações a base de alimentos de origem vegetal pode reduzir a necessidade de suplementação com fontes externas de minerais? Por quê?
5. Indique um aditivo, com uso autorizado pelo MAPA, que possa ser utilizado para melhora no desempenho e nas características de carcaças de suínos em terminação, explicando seu mecanismo de ação.



# Aula 7 – Elaboração dos diferentes tipos de rações

## Objetivos

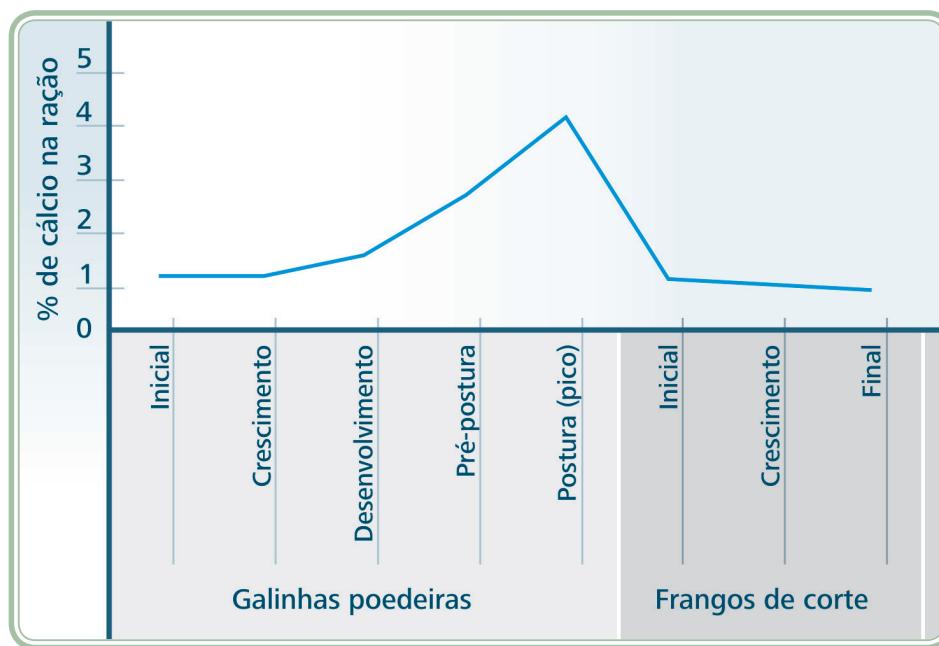
Compreender as diferenças na formulação de rações em função da categoria animal e fase de produção.

### 7.1 Escolha dos ingredientes

A escolha dos ingredientes que irão compor uma ração levará, primeiramente em conta, qual espécie animal se irá fornecer a ração. Como já visto na Aula 2, algumas espécies possuem maior capacidade de aproveitar certos alimentos. Por exemplo, na ração de aves e suínos a inclusão de casca de soja varia de 2 a 3 %, respectivamente, chegando a 15 % no máximo na ração de fêmeas suínas em gestação. Para bovinos, pode-se fornecer de 8 % (vacas leiteiras) até 20 % (bovinos de corte) sem prejudicar o desempenho produtivo dos animais (SILVA, 2004). Essa diferença deve-se basicamente ao fato do bovino, que é um animal herbívororuminante, ter grande capacidade de digerir alimentos ricos em fibra (REECE, 2008).

Além das alterações observadas entre as diferentes espécies, têm-se variações dentro de uma mesma espécie, com base na fase de produção que esse animal se encontra, ou devido ao tipo de produção. Por exemplo, a exigência de cálcio para galinhas poedeiras será diferente da exigência de frangos de corte (ROSTAGNO et al., 2011) (Figura 7.1 e Tabela 7.1).

Ambos os animais (frangos de corte e galinhas de postura) na fase inicial de vida demandam uma quantidade semelhante de cálcio (próximo a 1,0 %) basicamente para atender a necessidade do mineral para a formação dos ossos. A partir do momento que se inclui a produção de ovos, altera-se drasticamente a exigência de cálcio, que no pico de postura chega a 4,5 %. Assim, será normal na fábrica de ração se observar a adição de uma quantidade maior de calcário na ração de galinhas poedeiras produzindo ovos, que nas rações de frangos de corte (HY-LINE, 2009; ROSTAGNO et al., 2005).



**Figura 7.1: Exigência de cálcio (%) para galinhas poedeiras e frangos de corte**

Fonte: Adaptado de Hy-Line do Brasil, 2009, p. 21 e 23; Rostagno et al., 2005

As rações fornecidas aos animais geralmente buscam suprir os nutrientes e a energia que os mesmos necessitam para sua manutenção (manutenção geral da vida) e produção (carne, ovos, leite e lâ) (ANDRIGUETTO et al., 2002).

Os animais possuem taxas diferenciadas de deposição de carne e gordura ao longo da vida produtiva, e essas diferenças fazem com que se busque o melhor ajuste nutricional, explorando-se assim ao máximo o melhor rendimento de carcaça. Por exemplo, à medida que se aumenta a deposição de tecido adiposo (gordura) na carcaça a proporção de carne diminui, o que não é desejável.

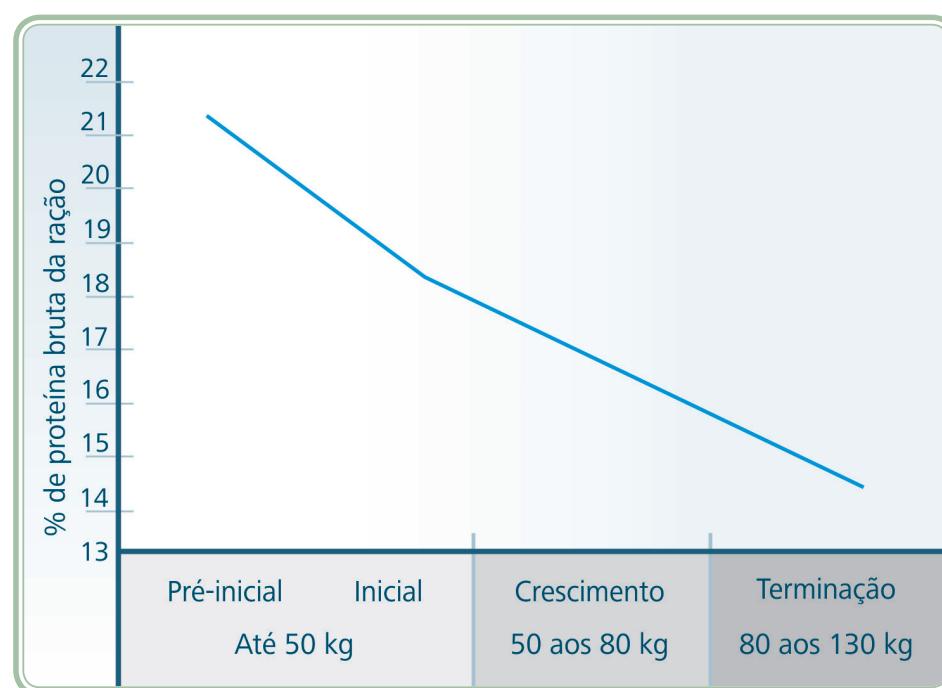


Para saber mais sobre o crescimento e desenvolvimento do tecido muscular, acesse:  
<http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Carnesecarcasarquivos/Crescimentoedesenvolvimentomotormuscular.pdf>

O primeiro tecido a ser depositado e que cessa o seu crescimento antes é o tecido nervoso, na sequência vêm o tecido ósseo, o muscular e por último o tecido adiposo (BRIDI, 2005).

Durante os estágios precoces do crescimento, a taxa de ganho de peso aumenta (período de aceleração) até o animal alcançar a puberdade. Depois, a taxa de crescimento diário começa a declinar gradualmente chegando a zero quando o animal atinge o peso corporal adulto. Esse declínio ocorre, pois, os hormônios do crescimento são, em partes, substituídos pelos hormônios da reprodução e, a partir deste ponto, o ganho de peso se dará pela maior deposição de gordura. Nos suínos, por exemplo, o período onde o crescimento é mais acelerado, também será o momento onde o animal demandará uma quantidade maior de Proteína Bruta (PB) na ração. Esse período de maior crescimento vai até o

momento que o animal atinge aproximadamente 50 kg de peso vivo, e é nesse período que irá consumir aproximadamente três rações distintas (o número de rações depende do programa nutricional adotado pelo nutricionista), sendo, a pré-inicial, inicial e crescimento, com aproximadamente 21, 18 e 16 % de PB, respectivamente. Dos 50 até os 80 kg de peso vivo, os suínos apresentam um crescimento linear. O nível de proteína bruta da ração nessa fase será em torno de 16 %. Dos 80 a 130 kg ocorre uma desaceleração no crescimento. Nesta fase o nível de proteína bruta da dieta já estará em torno de 14 % (fase de terminação) (Figura 7.2). Nas aves, a aceleração na taxa de crescimento diário ocorre até por volta do 35º dia de vida e, até o 45º dia ocorre uma taxa de crescimento linear e a desaceleração começa após este período. Nos bovinos, a puberdade ocorre dos 12 aos 18 meses, dependendo da precocidade do animal (BRIDI, 2005).



**Figura 7.2: Exigência de proteína bruta nas diferentes fases de produção dos suínos**  
Fonte: Adaptado de Bridi, 2005

A exigência do animal contribui de forma fundamental na escolha dos ingredientes e de seu emprego nas rações. Com base no exemplo anterior dos suínos, pode-se dizer que o emprego de quantidades maiores de farelo de soja (alimento proteico) será nas rações pré-inicial e inicial, se comparadas às rações de crescimento e terminação.

Não ajustar os níveis nutricionais com base nas exigências dos animais pode resultar em três erros básicos: na elevação do custo de produção; na piora no

rendimento da carcaça dos animais; e no aumento no impacto da produção no meio ambiente pela maior excreção de nutrientes (por exemplo: aumento de nitrogênio nos dejetos dos suínos).

É importante salientar que neste tópico foram vistos apenas alguns exemplos de fatores que influenciam as exigências dos animais e consequentemente a escolha dos ingredientes. Ainda para praticidade, geralmente são utilizadas tabelas internacionais e nacionais que trazem as exigências nutricionais dos animais, a partir de experimentos realizados com diferentes espécies e fases de produção. Exemplos de tabelas internacionais: NRC 1996 – *Nutrient Requeriments of Beef Cattle*; NRC 2001 – *Nutrient Requeriments of Dairy Cattle*; NRC 1994 – *Nutrient Requeriments of Poultry*; NRC 1998 – *Nutrient Requeriments of Swine*. Exemplo de tabelas nacionais: Rostagno et al. (2005; 2011) “Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos” (exemplificada na Tabela 7.1).

**Tabela 7.1: Exigências nutricionais de galinhas poedeiras leves (g/ave/dia)**

Nutriente	Frangos de corte 22-33 dias	Poedeiras leves
Proteína bruta	19,500	16,500
Cálcio	0,732	4,020
Fósforo disponível	0,342	0,300
Fósforo digestível	0,313	0,270
Potássio	0,580	0,580
Sódio	0,200	0,225
Cloro	0,180	0,200
Ácido linoleico	1,040	1,210

Fonte: Adaptado de Rostagno et al., 2011

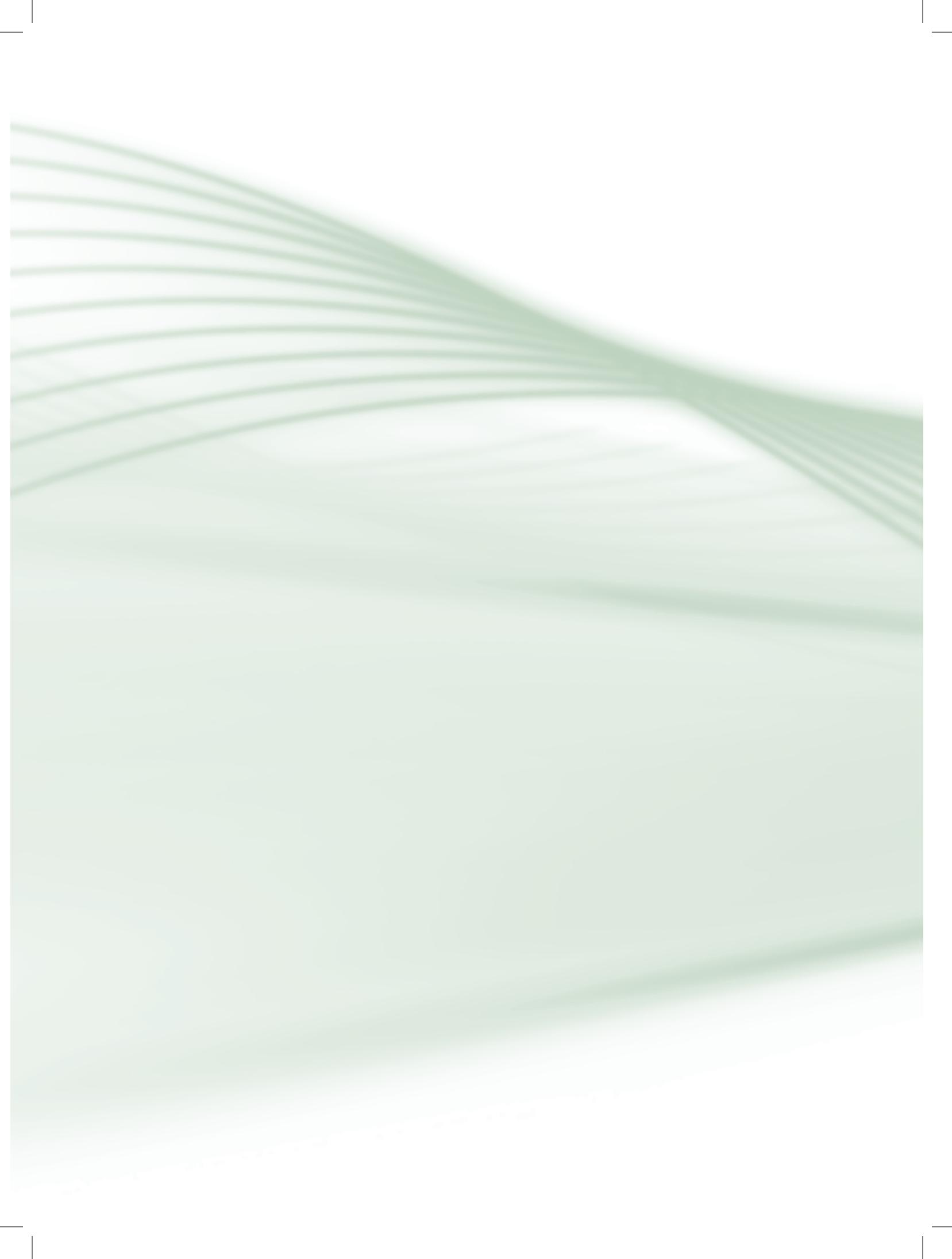
## Resumo

As diferentes espécies animais apresentam particularidades fisiológicas que determinam exigências nutricionais e capacidades digestivas específicas, demandando dietas diferenciadas. Assim, na formulação de rações para suínos e bovinos, direciona-se a predominante utilização de alimentos concentrados e volumosos, respectivamente, baseados na capacidade superior de digestão de fibra bruta desses últimos. No entanto, a mesma espécie pode apresentar exigências diferenciadas, e fatores como idade, sexo, objetivo de produção e fase de desenvolvimento devem ser observadas no momento da formulação de rações. Considerados tais parâmetros, as exigências nutricionais do animal podem ser determinadas experimentalmente ou com auxílio de tabelas.

## Atividades de aprendizagem



1. As particularidades do sistema digestivo de diferentes espécies animais resultam na necessidade de diferentes tipos de rações. Além deste, quais outros fatores determinam a elaboração de diferentes rações?
2. Explique por que fisiologicamente é possível incluir maiores níveis de fibra bruta na alimentação de ruminantes comparados à nutrição de não ruminantes.
3. Considerando a nutrição de aves, descreva a necessidade de cálcio de acordo com a fase de desenvolvimento (inicial, crescimento e final) e objetivo de produção (galinhas poedeiras e frangos de corte).
4. Explique por que a necessidade de proteína bruta na ração de suínos decresce ao longo de seu desenvolvimento.
5. Qual importância do ajuste nutricional da dieta de acordo com as exigências do animal?



# Aula 8 – Métodos para cálculo e formulação de rações

## Objetivos

Compreender os diferentes métodos de formular rações.

Calcular fórmulas de rações por métodos manuais e por programação linear.

### 8.1 Métodos de formulação

Basicamente podem ser definidos quatro passos para formulação de rações:

- a) **Caracterização e estabelecimento das exigências nutricionais dos animais** – necessidades em nutrientes de acordo com a espécie animal e fase de produção (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007); considerando possíveis fatores que interfiram aumentando ou diminuindo os padrões de alimentação comumente estabelecidos, de acordo com nutricionista responsável.

Apesar da especificidade para cada espécie e fase de produção, a ração elaborada para ruminantes e não ruminantes, de modo geral, deve conter:

Quadro 8.1: Principais componentes de rações para ruminantes e não ruminantes	
Ruminantes	Não ruminantes
Energia	Energia
Proteína	Proteína
Fibra bruta	Fibra bruta
Ca e P	Ca, P, Na, Cl e microminerais
Vitamina A	Vitaminas
Aditivos	Aditivos
NDT	Aminoácidos
----	Extrato etéreo

Fonte: Autores

- b) **Escolha e composição dos alimentos** – lembrando que a ração deve ser nutricionalmente adequada, palatável e econômica. Necessita-se saber da composição dos alimentos, valor nutricional e da presença de fatores anti-nutricionais (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007) (tabelas de composição ou realização de análises bromatológicas); níveis de inclusão de ingredientes; dados de disponibilidade bem como de preço (MACHADO; GERALDO, 2011).

- c) **Cálculo da formulação** – o cálculo da formulação pode ser realizado por métodos manuais ou com auxílio de programa computacional (ANDRIGUETTO et al., 1983).
- d) **Procedimento de fabricação propriamente dito e controle de qualidade** – etapas do processo de formulação e garantia da qualidade do produto final (LARA, 2010).

Os passos “a” e “b” já foram trabalhados em aulas anteriores, enquanto que o passo “d” será abordado na sequência. Neste momento, é dado enfoque ao cálculo da formulação.

A etapa de cálculo da formulação é crucial na produção de rações, pois deste cálculo depende o atendimento das necessidades e garantia de desempenho do animal, bem como cerca de 70 % do custo total da produção animal, que é representada pela alimentação conforme destacado por Butolo (2010). O formulador tem em mãos a missão de formular a ração adequada pelo menor custo. Lembrando que o objetivo não é simplesmente buscar a ração mais barata e que o custo é um parâmetro que orienta a escolha de ingredientes, desde que atendam os níveis nutricionais da formulação. O responsável pela fórmula deve saber quais alimentos proporcionam melhor custo/benefício naquela situação, que não necessariamente serão os mesmos ingredientes de semanas atrás. Normalmente, conhecido o valor nutricional dos ingredientes, a inclusão de matérias-primas é orientada pela disponibilidade, custo e fatores limitantes do próprio alimento, determinada no momento do cálculo da formulação (ANDRIGUETTO et al., 1983).

Para realizar este cálculo, o responsável pode optar por métodos manuais ou ainda com auxílio de computadores, via programação linear (ANDRIGUETTO et al., 1983; MACHADO; GERALDO, 2011).

## 8.2 Métodos manuais

Os métodos manuais possuem a vantagem de serem independentes de sistemas necessitando apenas de caneta, papel e calculadora, no entanto, são trabalhosos, dificilmente apresentam 100 % de exatidão e não permitem trabalhar com muitos ingredientes e parâmetros ao mesmo tempo. Por exemplo, dificilmente consegue-se conciliar o fator custo numa formulação manual quando se precisa atender as exigências em todos os nutrientes que a formulação apresenta, ou seja, dificilmente tem-se uma formulação adequada com custo mínimo (MACHADO; GERALDO, 2011).

A seguir, os principais métodos manuais de formulação são apresentados. Um passo inicial na formulação manual é definir os fatores limitantes dos ingredientes.

### 8.2.1 Método de tentativa e erro

No método de tentativa e erro, como o nome supõe, nenhum procedimento matemático é utilizado para a formulação da ração, consiste realmente em tentativa e erro, até que a exigência do animal seja atendida (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

Toma-se, por exemplo, um novilho que necessite de uma dieta com 12 % de Proteína Bruta (PB) e dispõe-se de feno de alfafa (15 % PB) e milho (9 % PB). Formulam-se diferentes proporções dos dois ingredientes e com auxílio de calculadora, verifica-se qual proporção de feno de alfafa:milho atende a exigência de 12 % de PB (Quadro 8.2).

**Quadro 8.2: Tentativas e erros de atendimento da exigência de 12 % PB na dieta**

	Fórmula 1	Fórmula 2	Fórmula 3	Fórmula 4
Proporção de alimentos	20 %:80 %	30 %:70 %	40 %:60 %	50 %:50 %
Feno de alfafa (15 % PB)	$0,20 \times 15 = 4,5$	$0,30 \times 15 = 4,5$	$0,40 \times 15 = 6$	$0,50 \times 15 = 7,5$
Milho (9 % PB)	$0,80 \times 9 = 6,3$	$0,70 \times 9 = 6,3$	$0,60 \times 9 = 5,4$	$0,50 \times 9 = 4,5$
Total de PB (%)	10,8	10,8	11,4	12,0

Fonte: Autores

Verifica-se que na Fórmula 4, quando 50 % de feno de alfafa e 50 % de milho foram utilizados, atende-se a exigência de uma ração com 12 % de PB.

As tentativas tendem a diminuir com a experiência do formulador, mas se destaca que neste exemplo foi apresentada apenas uma exigência nutricional e já estão indicados os dois únicos ingredientes disponíveis sem fatores limitantes de uso, situação que dificilmente será a realidade prática.



### 8.2.2 Método de equações lineares algébricas

Este método leva em consideração a exigência nutricional do animal e é baseado na solução de uma equação algébrica, que pode ser formada com dois ou mais alimentos representando as incógnitas das equações, levando em consideração também o percentual desejado de um nutriente na ração (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007). Considerando o exemplo anterior tem-se:

x = partes de feno de alfafa

y = partes de milho

O próximo passo é a definição de equações.

Pode-se definir a Equação 8.1 em função dos ingredientes totais da formulação e seus fatores limitantes:

Equação 8.1

$$x + y = 100 \text{ (mistura final)}$$

A Equação 8.2 pode ser definida em função da exigência nutricional: 12 % de PB:

Equação 8.2

$$\left( \frac{x}{100} \times 15 \right) + \left( \frac{y}{100} \times 9 \right) = 12 \text{ (% de PB na mistura final)}$$

Agora basta solucionar o sistema de equações:

$$\begin{cases} x + y = 100 \\ 0,15x + 0,09y = 12 \end{cases}$$

E verifica-se que  $x = 50\%$  e  $y = 50\%$ , ou seja, necessita-se de 50 % de feno de alfafa e 50 % de milho para atender os 12 % de PB da dieta do novilho.

### 8.2.3 Método do quadrado de Pearson

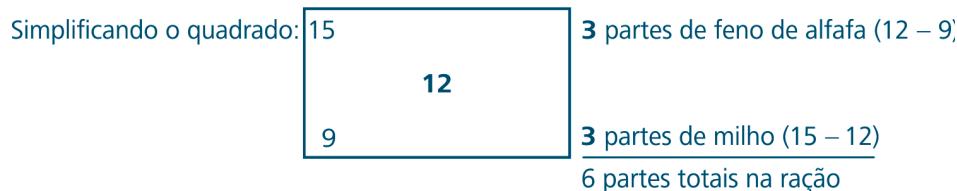
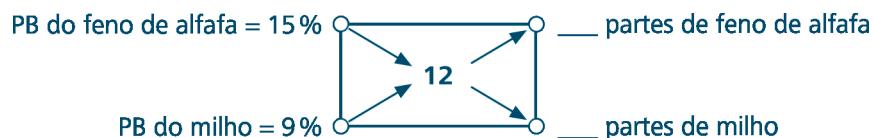
O quadrado de Pearson é o método manual mais amplamente utilizado e consiste num método matemático que determina uma relação entre dois alimentos, para que forneça uma quantidade percentual de um determinado nutriente (MACHADO; GERALDO, 2011; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007). Transpondo para o exemplo anterior, determina-se uma relação entre os alimentos feno de alfafa (15 % de PB) e milho (9 % de PB) para que forneçam 12 % de PB na ração final. Imagine um quadrado, no centro do qual se coloca o valor (em razão de %) estipulado, nesse exemplo, 12 % de PB:

Valor estipulado = 12

Nos cantos superior e inferior esquerdos colocam-se os valores do nutriente nos ingredientes disponíveis:

$$\begin{array}{ccc} \text{PB do feno de alfafa} & = & 15 \% \\ & & \text{Valor estipulado} = 12 \\ \text{PB do milho} & = & 9 \% \end{array}$$

Nos cantos superior e inferior direitos colocam-se os resultados em módulo, de subtrações realizadas nas diagonais do quadrado, que representam as partes de cada ingrediente na formulação final:



Encontra-se assim, a razão entre os ingredientes que fornecem 12 % de PB na ração final: 3 partes de feno de alfafa:3 partes de milho. Agora é preciso extrapolar essa relação para o total da ração (6 partes) para definir o percentual de cada ingrediente. Pensando: se 6 partes constituem o total, 100 % da ração, logo, 3 partes representam 50 % ( $3 \times 100/6$ ). Chega-se novamente à resposta: uma dieta constituída de 50 % de feno de alfafa e 50 % de milho fornecerá 12 % de PB ao novilho.

É importante destacar a necessidade de trabalhar com valores em razão de percentagem, tanto na necessidade estipulada quanto na quantidade de cada ingrediente na formulação final (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007). No momento que se define que cada ingrediente representa 50 % do total da ração, pode-se utilizar a proporção para preparar 6 kg, 100 kg ou qualquer quantidade final desejada de ração. Outro fator que merece destaque é que se trabalhou com ajuste de ingredientes para atender a necessidade proteica, mas, que processo semelhante poderia ser aplicado à NDT, energia entre outros, mas só serão estabelecidas razões entre ingredientes quando um deles apresentar o nutriente acima (neste exemplo feno de alfafa, 15 % PB) e outro abaixo (neste o milho, 9 % PB) da exigência estipulada (que era de 12 %) (ANDRIGUETTO et al., 1983; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

O quadrado de Pearson pode ser utilizado com dois, três ou mais alimentos (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007). Supõe-se que dispondo dos ingredientes a seguir, prepara-se uma ração com 12 % de PB e 74 % de NDT (Tabela 8.1).

**Tabela 8.1: Composição química dos ingredientes**

	Milho (M)	Farinha de Semente de Algodão (FSA)	Feno de Alfafa (FA)
PB	10	40	15
NDT	80	68	55

Fonte: Autores

Precisa-se trabalhar com os ingredientes aos pares resolvendo dois quadrados e estabelecendo duas misturas para o ajuste final. Para isso, fixa-se o nível de proteína estipulado (12 %) para ser trabalhado nos dois quadrados iniciais, elaborando uma mistura com mais de 74 % de NDT (Mistura 1) e outra mistura com menos de 74 % de NDT (Mistura 2) para ajuste posterior deste nutriente.

- Mistura 1 (M + FSA) = 12 % de PB com mais de 74 % de NDT
- Mistura 2 (M + FA) = 12 % de PB com menos de 74 % de NDT

**Mistura 1**

M	10
	12
FSA	40

**Cálculo de NDT:**

$$28 = 93,33\% \times 0,80 = 74,66$$

$$\frac{2}{30} = 6,67\% \times 0,68 = \frac{4,53}{79,19 \approx 79,2}$$

**Mistura 2**

M	10
	12
FA	15

**Cálculo de NDT:**

$$3 = 60\% \times 0,80 = 48,0$$

$$\frac{2}{5} = 40\% \times 0,55 = \frac{22,00}{70,00}$$

Verifica-se que ambas as misturas apresentam o nível de PB desejado: 12 %, ou seja, qualquer proporção mistura 1:mistura 2 que se defina irá atender a necessidade de PB. Precisa-se agora, estabelecer as razões entre as misturas de forma que atenda a necessidade de 74 % de NDT. Considerando os níveis de NDT na mistura 1 (79,2 %) e na mistura 2 (70 %), percebe-se que esse ajuste é possível pela resolução de um quadrado de Pearson entre as misturas 1 e 2:

<b>Mistura 1:</b>	79,2	4 = 43,48 %
	74	
<b>Mistura 2:</b>	70	$\frac{5,2}{9,2} = 56,52\%$

Resultando numa mistura final formada por 43,48 % de mistura 1 e 56,52 % de mistura 2. Sabendo que a mistura 1 é composta por milho e FSA e a mistura 2 por milho e FA, pode-se chegar à quantidade de cada ingrediente na mistura final (Quadro 8.3).

Quadro 8.3: Quantidade de ingredientes na mistura final					
Mistura final	Misturas 1 e 2	% de cada ingrediente na mistura final	% PB	% NDT	
43,48 % Mistura 1	6,67 % de FSA	$0,4348 \times 6,67 = 2,90$	<b>FSA: 2,90</b>	$2,90 \times 0,40 = 1,16$	$2,90 \times 0,68 = 1,97$
	93,33 % de M	$0,4348 \times 93,33 = 40,58$	<b>M: 74,49</b>	$74,49 \times 0,10 = 7,45$	$74,49 \times 0,8 = 59,59$
56,52 % Mistura 2	60 % de M	$0,5652 \times 60 = 33,61$			
	40 % de FA	$0,5652 \times 40 = 22,61$	<b>FA: 22,61</b>	$22,61 \times 0,15 = 3,39$	$22,61 \times 0,55 = 12,44$
<b>Mistura final (%)</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>12</b>	<b>74</b>

Fonte: Autores

Ou seja, a mistura final será composta por 2,90 % de farinha de semente de algodão; 74,49 % de milho e 22,61 % de feno de alfafa para atender 12 % de PB e 74 % de NDT.

### Exemplo prático

De posse do conhecimento dos métodos manuais e passos de cálculo de ração, parte-se neste momento para um exemplo de formulação de ração para suínos em crescimento.

- 1º passo – estabelecimento das exigências nutricionais** – as necessidades em nutrientes para os suínos em crescimento são dadas a seguir.

Tabela 8.2: Exigência nutricional de suínos em crescimento					
Energia	Proteína (%)	Ca (%)	P disp. (%)	Metionina (%)	Lisina (%)
3230 kcal/kg	18,25	0,631	0,33	0,30	1,03

Fonte: Autores

- 2º e 3º passo – escolha dos ingredientes e cálculo da ração** – partimos dos ingredientes disponíveis e seus dados.

**Tabela 8.3: Composição química dos ingredientes**

	Custo/kg	EM/kg	% Máx. inclusão	PB (%)	Ca (%)	P disp. (%)	Lisina (%)	Metionina (%)
Milho moído	0,48	3340	65,0	7,88	0,03	0,06	0,18	0,14
Farelo de trigo (16 %)	0,37	2390	12,0	15,62	0,14	0,33	0,46	0,2
Farelo de soja (45 %)	0,60	3154	25,0	45,22	0,24	0,22	2,54	0,56
FCO (46 %)	0,55	2332	7,0	45,87	11,94	5,37	1,73	0,46
Gordura vegetal	2,0	8300	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fosfato bicálcico	1,0	0,0	3,0	0,0	24,5	18,5	0,0	0,0
Calcário calcítico	0,4	0,0	2,0	0,0	37,7	0,0	0,0	0,0
DL-metionina	5475	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	99,0
L-lisina	4599	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	79,0	0,0

Fonte: Autores

Verificam-se dois ingredientes proteicos (farelo de soja e farinha de carne e ossos) e três energéticos (milho, farelo de trigo e gordura vegetal). Em virtude da elevada necessidade energética (3230 kcal/kg), procede-se com a escolha do(s) ingrediente(s) energético(s) baseando-se no custo de cada 1000 kcal fornecido por cada ingrediente. Inicia-se com o milho: sabendo que cada kg da matéria-prima fornecem 3340 kcal e custam R\$ 0,48, podemos dizer que cada 1000 kcal/kg custam:

$$3340 — 0,48$$

$$1000 — x \rightarrow x = 0,14$$

De forma semelhante, verifica-se que cada 1000 kcal/kg fornecida pelo Farelo de Trigo (FT) custará 0,15, ou seja, mais oneroso que o milho, além disso, caso o custo do FT fosse favorável a sua utilização, o mesmo entraria em substituição ao milho, no máximo em 12 % na dieta. Assim, optou-se em utilizar o milho como o alimento energético, lembrando que seu limite de inclusão na ração deverá ser de até 65 %, e óleo de soja ficará a disposição para um eventual acerto final do balanço energético.

Analizando as fontes proteicas observa-se que o farelo de soja fornece 45,22 % de Proteína Bruta (PB) e farinha de carne e ossos apresenta um teor de 45,87 % de PB. Verificando o custo do kg de farelo de soja, tem-se que:

$$0,4522 — 0,60$$

$$1 — x \rightarrow x = 1,33$$

O custo de 1 unidade de proteína do farelo de soja é de R\$ 1,33, enquanto que 1 unidade de proteína de Farinha de Carne e Ossos (FCO) é de R\$ 1,20.

Do ponto de vista financeiro, uma unidade de proteína de farinha de carne apresenta um custo inferior ao da proteína do farelo de soja, no entanto, deve-se levar em conta que a farinha de carne, devido as suas características poderá ser utilizada em até 7 % nas rações, sendo que o nível prático é 4 %. O uso da farinha de carne e ossos será limitado pelas quantidades de cálcio e fósforo obtidos na ração final, e para esse exemplo será utilizado à inclusão do nível prático recomendado, que é 4 %.

Para o cálculo dessa ração, será deixado o espaço de 3 % na fórmula para eventuais ajustes dos níveis de fósforo, cálcio, aminoácidos e energia. O premix mineral e vitamínico entrará na quantidade de 0,4 %, conforme orientação do fabricante.

A seguir são indicados os ingredientes que serão utilizados na formulação desta ração com as inclusões definidas até o momento para formular 100 kg de ração.

Ingredientes	kg
Milho moído	a definir
Farelo de soja (45 %)	a definir
Farinha de carne e ossos (46 %)	4,0
Premix mineral e vitamínico	0,4
Espaço	3,0
<b>Total: 7,40 kg, faltam 92,6 kg de ração</b>	

A exigência de proteína bruta (%) dos suínos em crescimento é de 18,25 % (Tabela 8.2). Com a inclusão de 4 % de farinha de carne será fornecido 1,83 % de PB, faltando ainda para atender a exigência do animal 16,42 %.

Sabe-se neste momento, que faltam 16,42 % de PB para serem atendidos em 92,60 % de ração restantes, que obviamente serão completados pelo milho e Farelo de Soja (FS). Como já fora utilizado 7,4 % do espaço da fórmula, será necessário corrigir o nível de proteína que o milho e o farelo de soja deverão fornecer, e para isso aplica-se uma regra de três invertida:

$$16,42 \text{ kg de PB} — 92,6 \text{ kg de ração}$$

$$x — 100 \text{ kg de ração} \rightarrow x = 17,73 \% \text{ de PB}$$

Aplicando o quadrado de Pearson tem-se:

Milho	7,88	$27,49 = 68,17\% \text{ em } 92,6 \text{ kg de ração} = 68,17 \text{ kg de milho}$
	<b>17,73</b>	
FS	45,22	$\frac{9,85}{37,34} = 24,43\% \text{ em } 92,6 \text{ kg de ração} = 24,43 \text{ kg de FS}$

Sabendo que se deve completar a ração com 68,17 kg de milho e 24,43 kg de FS, o próximo passo é verificar os nutrientes que os alimentos milho, FS e FCO fornecerão nas quantidades utilizadas (Tabela 8.4).

Verifica-se também se as exigências de Ca, P, lisina, metionina e energia foram atendidas pelos ingredientes ou necessita-se de suplementação (Tabela 8.4).

**Tabela 8.4: Níveis totais dos nutrientes na dieta formulada com milho, farelo de soja e farinha de carne e ossos**

Ingrediente	kg	PB (%)	EM (kcal/kg)	Ca (%)	P (%)	Lisina (%)	Metionina (%)
1. Milho moído	68,17	5,37	2276,88	0,020	0,041	0,123	0,095
2. FS	24,43	11,05	770,52	0,059	0,054	0,620	0,137
3. FCO	4,0	1,83	93,28	0,478	0,215	0,069	0,018
4. Premix min/vit.	0,4						
5. Espaço	3,0						
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>18,25</b>	<b>3140,68</b>	<b>0,557</b>	<b>0,31</b>	<b>0,812</b>	<b>0,250</b>
<b>Exigência</b>	<b>100,00</b>	<b>18,25</b>	<b>3230,00</b>	<b>0,631</b>	<b>0,332</b>	<b>1,028</b>	<b>0,308</b>
	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>89,32</b>	<b>0,074</b>	<b>0,022</b>	<b>0,216</b>	<b>0,058</b>

Fonte: Autores

Percebe-se pelo exposto na Tabela 8.4 que as necessidades de Ca, P, lisina, metionina e energia não foram supridas. Agora, utilizando-se do espaço inicial deixado (3 %) se fará o ajuste da dieta.

- **Déficit de fósforo: 0,022 %.** A correção será feita com fosfato bicálcico, atentando-se para o fato que o mesmo fornece 24,5 % de cálcio e 18,5 % de fósforo. Assim, será adicionando 0,119 %, ou seja, 119 gramas de fosfato bicálcico em 100 kg/ração.
- **Déficit de cálcio: 0,074 %.** Primeiramente observa-se quanto cálcio, os 0,119 % de fosfato bicálcico forneceram à dieta, sabendo-se que esse ingrediente possui 24,5 % de Ca. Nesse caso houve um incremento de 0,029 % de cálcio. Considerando o déficit inicial de 0,074 %, menos o

fornecido pelo fosfato bicálcico, que foi 0,029, teremos um déficit de 0,045 %. Utilizar-se-á o calcário calcítico para fazer a correção, sendo que este fornece 37,7 % de cálcio. Será necessária a inclusão de 0,119 % de calcário calcítico na ração, ou seja, 119 gramas de calcário calcítico em 100 kg de ração.

- **Déficit de lisina: 0,216 %.** A correção do déficit será realizada com a adição da L-lisina HCl, que fornece 79 % de lisina. Assim, a inclusão deste ingrediente será de 0,273 %, ou seja, 273 gramas por 100 kg de ração. Levando-se em conta o valor energético da L-lisina HCl (4599 kcal/kg), a inclusão de 0,273 % deste ingrediente fornecerá 12,45 kcal/kg de EM na dieta.
- **Déficit de metionina: 0,058 %.** A correção do déficit será realizada com a adição da DL-metionina, que fornece 99 % de metionina. Assim, a inclusão deste ingrediente será de 0,058 %, ou seja, 58 gramas por 100 kg de ração. Uma vez que a DL-metionina fornece 5475 kcal/kg de energia metabolizável, a adição de 0,058 % deste ingrediente fornecerá 3,17 kcal/kg EM na dieta.
- **Déficit de energia.** Após considerar a energia fornecida à dieta pela L-lisina HCl e DL-metionina, o déficit será de 73,7 kcal/kg. O óleo de soja fornece 8300 kcal/kg de EM, logo, será necessária a inclusão de 0,887 % de óleo de soja, ou seja, 887 gramas em 100 kg de ração.

Como visto anteriormente, deixou-se 3 % de espaço na dieta para os ajustes finais, sendo que deste total utilizou-se 1,45 %. Como é necessário que a dieta seja formulada para fechar 100 %, o restante do espaço que não foi utilizado (1,55 %) será completado com uma substância veículo, também denominada de inerte. Um exemplo de substância inerte é o caulin, que não possui valor nutricional, e tão pouco é prejudicial aos animais. Nesse exemplo em específico, se não houvesse a disponibilidade de uma substância inerte, se poderia utilizar o milho para fechar em 100 % a dieta sem comprometimento nutricional da mesma.

**Tabela 8.5: Níveis totais na dieta após a inclusão do fosfato bicálcico, calcário calcítico, L-lisina HCl, DL-metionina e óleo de soja**

Ingrediente	kg	PB (%)	EM (kcal/kg)	Ca (%)	P (%)	Lisina (%)	Metionina (%)
1. Milho moído	68,17	5,63	2276,88	0,020	0,041	0,123	0,095
2. FS	24,43	1 0,84	770,52	0,059	0,054	0,620	0,137
3. FCO	4,0	1,78	93,28	0,478	0,215	0,069	0,018
4. Premix min/vit.	0,4	-	-	-	-	-	-
5. Fosfato bicálcico	0,119	-	-	0,029	0,022	-	-
6. Cálcario calcítico	0,119	-	-	0,045	-	-	-
7. L-lisina HCl	0,273	-	12,45	-	-	0,216	-
8. DL-metionina	0,058	-	3,17	-	-	-	0,058
9. Óleo de soja	0,887	-	73,7	-	-	-	-
10. Veículo	1,544	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>18,25</b>	<b>3230,00</b>	<b>0,631</b>	<b>0,332</b>	<b>1,028</b>	<b>0,308</b>
<b>Exigência</b>	<b>100,00</b>	<b>18,25</b>	<b>3230,00</b>	<b>0,631</b>	<b>0,332</b>	<b>1,028</b>	<b>0,308</b>
<b>Balanço final</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>

Fonte: Autores



Na falta do inerte não utilize mais de 2 % de milho moído nas rações com a finalidade de fechá-la. Frente a essa situação será necessário refazer a fórmula diminuindo-se o espaço inicial.

Ao se concluir a formulação da ração, poderá avaliar-se o custo da mesma, e para isso basta confeccionar uma planilha manualmente ou em Excel, colo- cando o custo dos ingredientes e as quantidades utilizadas de cada um na dieta (Tabela 8.6).

**Tabela 8.6: Custo por kg de ração**

Ingrediente	Custo/kg	kg/100 kg de ração	R\$/100 kg de ração
Milho moído	0,48	68,17	32,72
Farelo de soja (45 %)	0,60	24,42	14,65
Farinha de carne/osso (45 %)	0,55	4,00	2,20
Premix min/vit.	4,50	0,40	1,80
Óleo de soja	2,00	0,887	1,77
Fosfato bicálcico	1,00	0,119	0,119
Calcário calcítico	0,40	0,119	0,048
DL-metionina	16,00	0,058	0,928
L-lisina	5,00	0,273	1,36
Veículo	0,00	1,544	0,00
<b>Custo/kg de ração</b>			<b>0,556</b>

Fonte: Autores

## **8.3 Métodos computacionais – programação linear**

A utilização do sistema de programação linear via métodos computacionais pode representar uma ferramenta muito útil ao nutricionista. Permite a formulação de rações de custo mínimo frente ao grande número de alimentos disponíveis e seus fatores limitantes para o máximo desempenho de animais de produção (SAKOURUMA; ROSTAGNO, 2007).

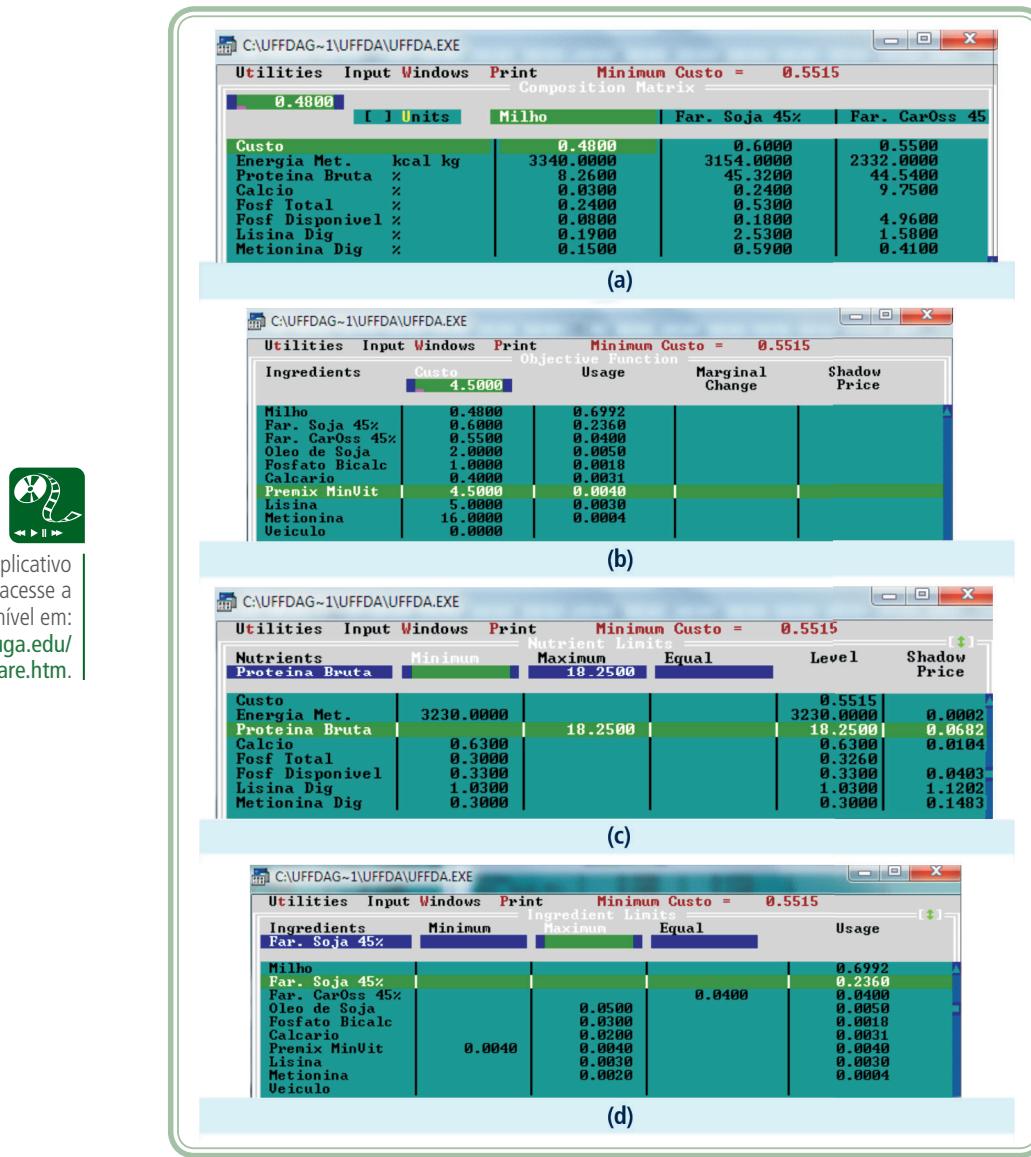
Atualmente, há uma grande oferta de métodos computacionais, que oferecem desde formulação de rações completas com controle de estoque entre outros ou somente de concentrados, suplementos múltiplos e misturas minerais para bovinos, suínos ou frangos, geralmente elaborados utilizando padrões alimentares. Apresentam vantagens como a rapidez no cálculo e a formulação de rações com diferentes ingredientes a custo mínimo (MACHADO; GERALDO, 2011).

Os métodos computacionais são programados para formular rações partindo da alimentação do programa com dados de: a) exigências do animal, que podem ser em nutrientes digestíveis totais, proteína bruta, entre outros, e b) ingredientes: composição, preço, restrições e limitações. A partir do confronto de dados inseridos no sistema, permite a formulação que atenda às exigências ao menor custo (MACHADO; GERALDO, 2011; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

Alguns softwares de programação linear são disponíveis gratuitamente e podem ser amplamente explorados na formulação de rações para diferentes espécies em diferentes níveis de produção, a exemplo do *User-Friendly Feed Formulation Program* (UFFDA).

Recomendações gerais sobre o uso do UFFDA:

- O programa deve ser instalado na raiz “C:” do computador, pois do contrário as informações que serão inseridas no programa não serão salvas. Para salvar, o usuário deverá clicar em *Utilities*, e na sequência em *Save* (Alt + F4).
- Principais funções no programa:
  - *Ingredient limits* – F2 (Lista de alimentos) (Figura 8.1d).
  - *Nutrient limits* – F3 (Exigências) (Figura 8.1c).
  - *Objective function* – F4 (Custo dos ingredientes) (Figura 8.1b).
  - *Composition matrix* – F5 (Matriz nutricional: composição dos ingredientes) (Figura 8.1a).



Para baixar e utilizar o aplicativo de formulação de rações acesse a *Feed Formulation*, disponível em:  
<http://www.poultry.uga.edu/poultrysoftware.htm>.

**Figura 8.1: Vista geral do programa UFFDA – (a) Composição química dos ingredientes; (b) Custo/kg dos ingredientes; (c) Exigência nutricional dos animais; (d) Níveis de inclusão dos ingredientes, com opção de se estabelecer um valor mínimo, máximo ou igual de inclusão**

Fonte: Autores, adaptado do programa UFFDA

Ao se clicar na opção F9 o programa irá formular a ração, sendo que na tela (d) também se terá o valor utilizado de cada ingrediente.

- F9 (Roda a fórmula).
- Para inserir ou deletar um ingrediente ou a exigência:
  - Ctrl+Insert (para inserir).
  - Ctrl+Delete (para deletar).

- Para que a fórmula seja impressa, entre na barra de ferramentas do programa na opção *Print*, e na sequência selecione *Feed Spec. to Disk*. Nesse momento irá aparecer uma caixa de dialogo com o nome *Feed Name*, havendo a necessidade de se nomear a ração. Posteriormente clique na opção *Print*. A ração será salva automaticamente na pasta do programa na raiz C:, assim basta agora acessar esta pasta e abrir a fórmula e imprimi-la (Figura 8.2).
- Unidades funcionais do programa, levando-se em consideração que 100 % corresponde a 1000 kg:

$$\begin{aligned}10\% &= 100 \text{ Kg} = 0,1 \\1\% &= 10 \text{ kg} = 0,01 \\0,1\% &= 1 \text{ kg} = 0,001 \\0,01\% &= 0,100 \text{ kg} = 0,0001\end{aligned}$$

Friday, 9/14/2012 4:43 pm FEED NAME: SUÍNOS EM CRESCIMENTO FILE NAME: SUSCRES.DAT						
Minimum Custo = 0.549						
<b>INGREDIENT LIMITS AND COSTS</b>						
INGREDIENTS	USAGE	MINIMUM	MAXIMUM	EQUAL	CUSTO	SHADOW PRICE
Milho	0.7102				0.4800	
Far. Soja 45%	0.2396				0.6000	
Far. Carross 45%	0.0400			0.0400	0.5500	
Premix Minvit	0.0040	0.0040	0.0040		4.5000	
Lisina	0.0028		0.0030		5.0000	
Calcario	0.0013		0.0200		0.4000	
Fosfato Bicalc	0.0011		0.0300		1.0000	
Metionina	0.0005		0.0020		16.0000	
Veiculo						
Oleo de soja		0.0500		2.0000	1.1383	
<b>NUTRIENT LIMITS</b>						
NUTRIENTS	LEVEL	UNITS	MINIMUM	MAXIMUM	EQUAL	SHADOW PRICE
Custo	0.549					
Energia Met.	3230.0000	kcal/kg	3230.0000		0.0001	
Proteína Bruta	18.2500	%		18.2500	0.0016	
Calcio	0.6300	%	0.6300		0.0106	
Fosf Total	0.5460	%	0.3000			
Fosf Disponivel	0.3300	%	0.3300		0.0400	
Lisina Dig	1.0300	%	1.0300		0.0553	
Metionina Dig	0.3000	%	0.3000		0.1540	

**Figura 8.2: Fórmula de uma ração para suínos em crescimento**

Fonte: Autores, adaptado do programa UFFDA

Ao se somar os ingredientes incluídos na fórmula (Figura 8.2), nota-se que o somatório corresponderá ao valor numérico de 1, sendo necessária a transformação dos valores para 100 kg ou 1000 kg, conforme a necessidade (Tabela 8.7).

**Tabela 8.7: Composição de uma ração formulada para atender a exigência de suínos em crescimento**

Ingrediente	Custo/kg	kg/100 kg ração	1000 kg
Milho moído	0,48	71,02	710,20
Farelo de soja (45 %)	0,60	23,96	239,00
Farinha de carne/osso (45 %)	0,55	4,00	40,00
Premix min/vit.	4,50	0,40	4,00
Óleo de soja	2,00	0,00	0,00
Fosfato bicálcico	1,00	0,11	1,10
Calcário calcítico	0,40	0,13	1,30
DL-metionina	16,00	0,05	0,50
L-lisina	5,00	0,28	2,80
<b>Total</b>		<b>100,0</b>	<b>1000,0</b>
<b>Custo/kg de ração</b>		<b>0,549</b>	<b>0,549</b>
Níveis nutricionais	Unidade	Quantidade	
Energia metabolizável	kcal/kg	3.230,00	
Proteína bruta	%	18,25	
Cálcio	%	0,630	
Fósforo total	%	0,546	
Fósforo disponível	%	0,330	
Lisina digestível	%	1,030	
Metionina digestível	%	0,300	

Fonte: Autores

Ao se comparar as fórmulas das Tabelas 8.6 e 8.7, ambas utilizam os mesmos ingredientes e exigências nutricionais, com exceção do óleo, que com o uso do programa computacional não entrou na ração. Também, observa-se que ao se formular com programa computacional, não há necessidade de se deixar o espaço na fórmula, pois na mesma não entra o veículo e/ou inerte. O programa formula buscando menor custo e otimizando o uso dos ingredientes disponíveis para a formulação, pois ao se observar as duas fórmulas, nota-se que a fórmula feita com o auxílio do programa computacional apresenta um custo menor R\$ 0,007/kg de ração, o que em uma tonelada de ração representará uma diferença de R\$ 7,00. Além disso, para elaboração da fórmula exposta na Tabela 8.6, não se contabilizou o custo do inerte, assim a diferença em termos de custo pode ser maior ainda.

## Resumo

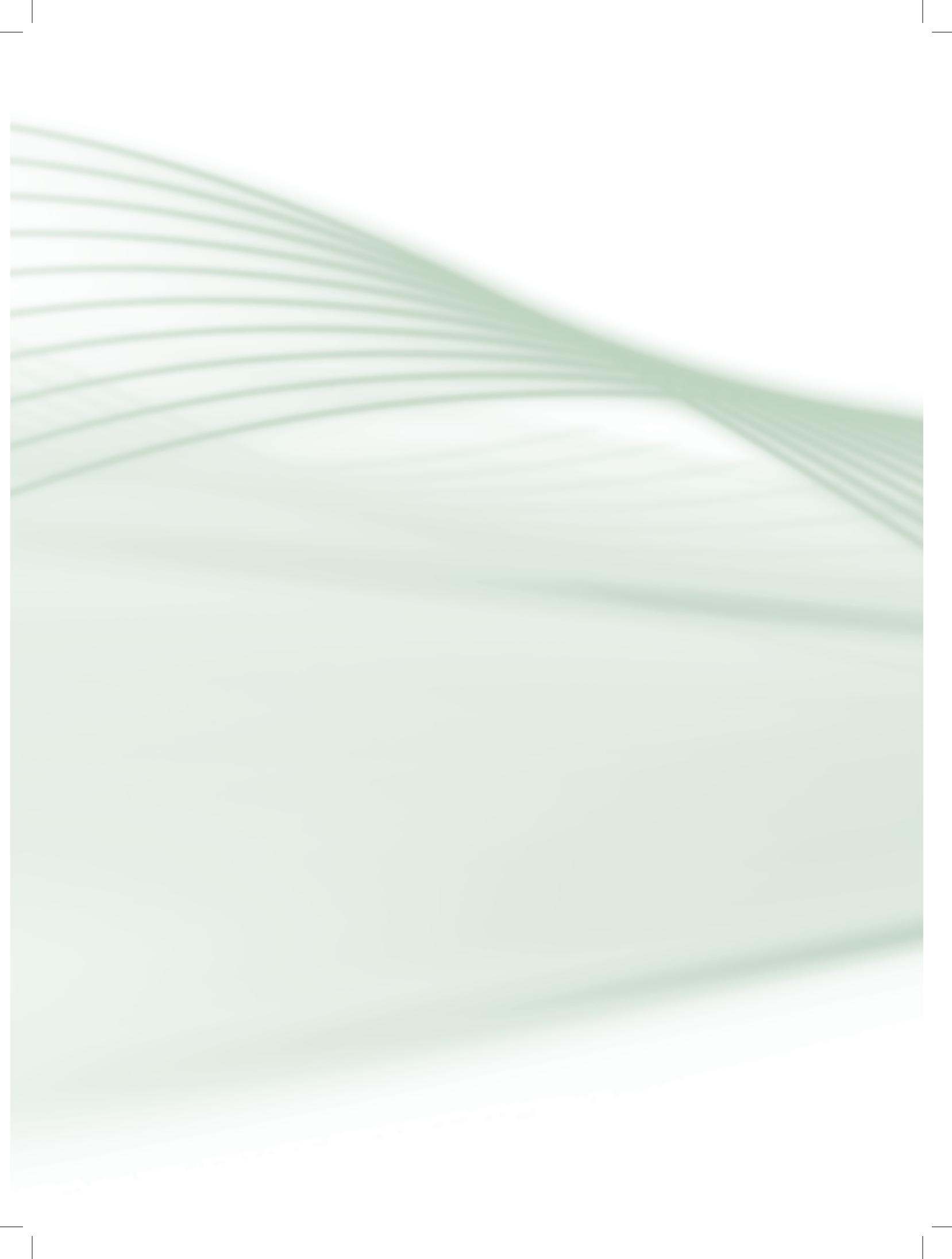
O cálculo de formulações é um ponto chave na tecnologia de rações, para qual se necessitam conhecimentos como exigências nutricionais dos animais e a cerca das matérias-primas. Neste processo, busca-se a ração que forneça o balanceamento adequado ao menor custo. Podem-se utilizar métodos

manuais como de tentativa e erro, equações algébricas ou ainda, o mais utilizado, o quadrado de Pearson, que permite ajustes com mais de três ingredientes. A grande vantagem de se utilizar métodos computacionais, é que estes formulam rações automaticamente a partir do abastecimento do programa, podendo-se trabalhar com grande número de ingredientes na formulação de rações balanceadas ao custo mínimo.

## Atividades de aprendizagem



1. Quais informações o formulador de rações responsável necessita para iniciar o cálculo da fórmula de rações propriamente dito?
2. Compare os métodos de formulação de ração manual e computacional destacando vantagens e desvantagens.
3. Formule uma dieta para animais atendendo exigência de proteína bruta de 18 % e dispondo de milho e farelo de soja por dois métodos manuais diferentes. Compare os resultados obtidos (utilizar dados de composição da Tabela 5.2).
4. Utilizando o quadrado de Pearson, formule uma dieta para novilhos com necessidade de 75 % de NDT dispondo de feno de alfafa (50 % NDT) e milho (81 % NDT).
5. Levando-se em consideração as exigências nutricionais de frangos de corte machos dos 22 aos 33 dias de vida, formule uma dieta utilizando-se o quadrado de Pearson, e posteriormente utilizando-se o programa computacional UFFDA. Exigências nutricionais – energia metabolizável: 3150 kcal/kg; proteína bruta: 19,80 %; cálcio: 0,758 %; fósforo disponível: 0,354; metionina digestível: 0,452 e lisina digestível: 1,311.



# Aula 9 – Fabricação de rações com ênfase no controle de qualidade

## Objetivos

Compreender as etapas do processo de fabricação de rações.

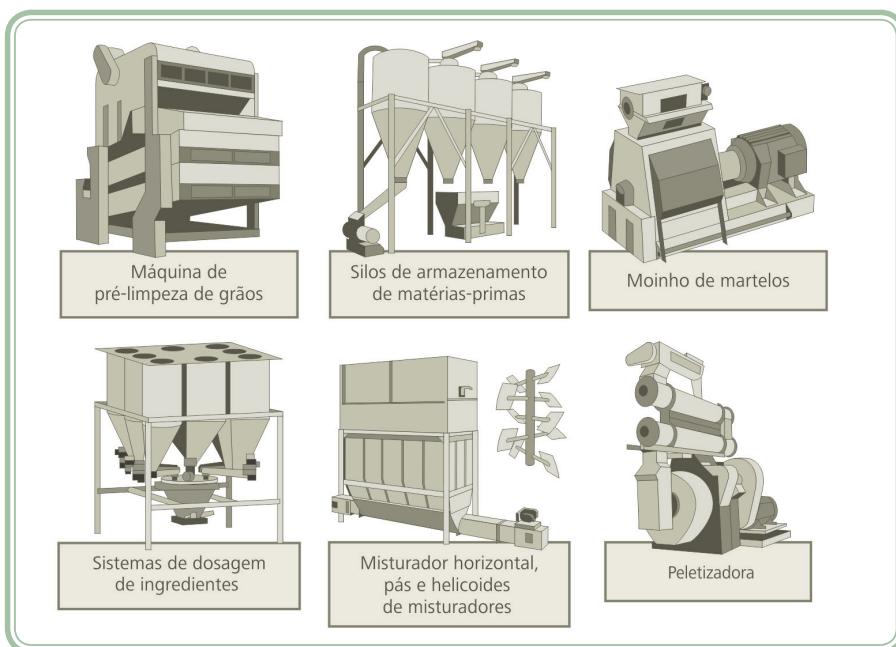
Estudar aspectos relacionados às Boas Práticas de Fabricação (BPF's) e Procedimentos Operacionais Padrões (POP's) aplicados à fabricação de rações.

Conhecer a legislação inerente à fabricação de rações.

Compreender a importância da limpeza de instalações e equipamentos no controle de qualidade de rações.

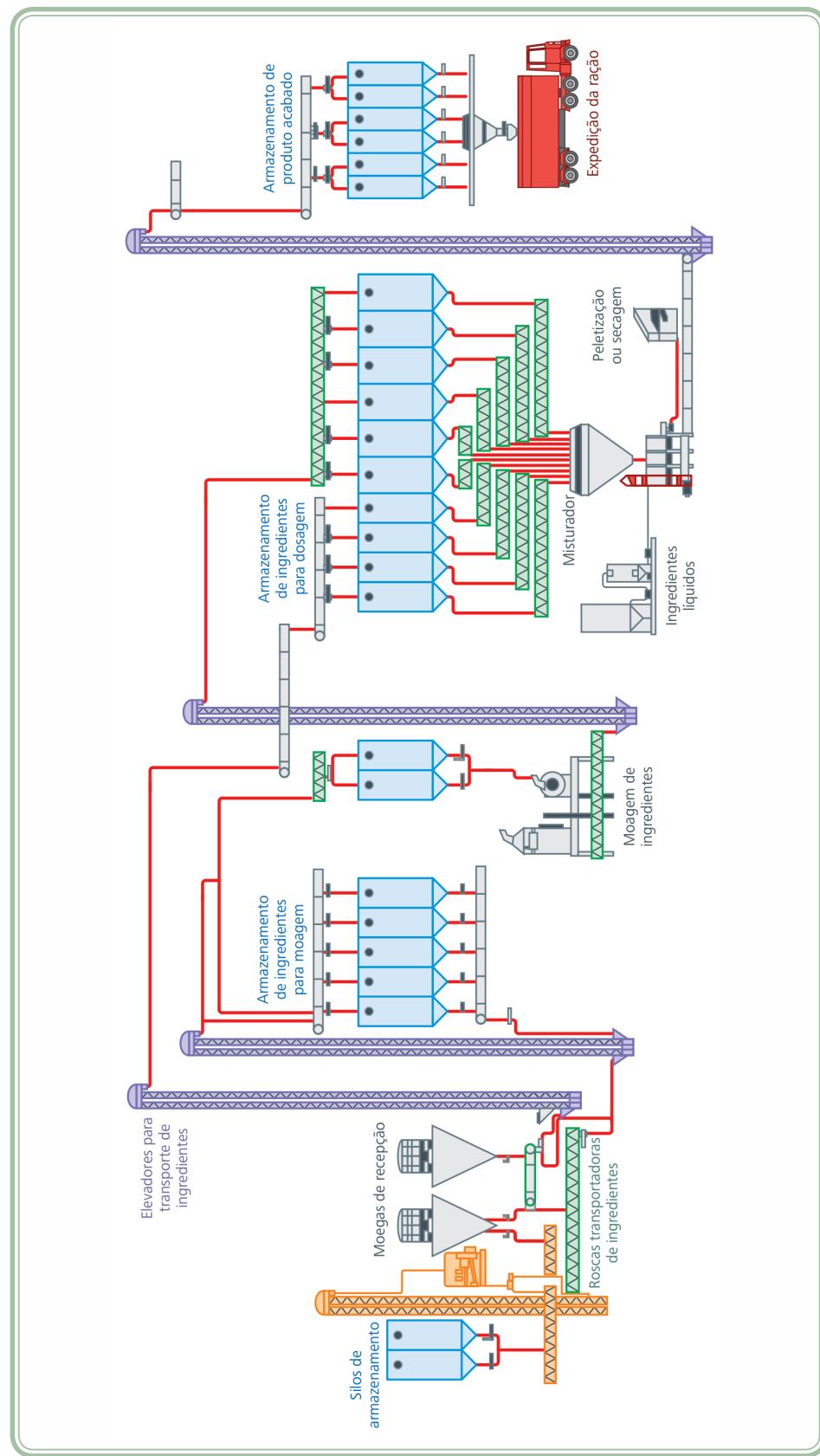
## 9.1 Fabricação de rações

O processo de fabricação de rações envolve várias etapas e equipamentos (Figura 9.1), que devem ser adaptados à unidade produtora. Essa adaptação envolve aspectos relacionados ao ambiente e instalações destinadas à produção, bem como, equipamentos disponíveis para o processo.



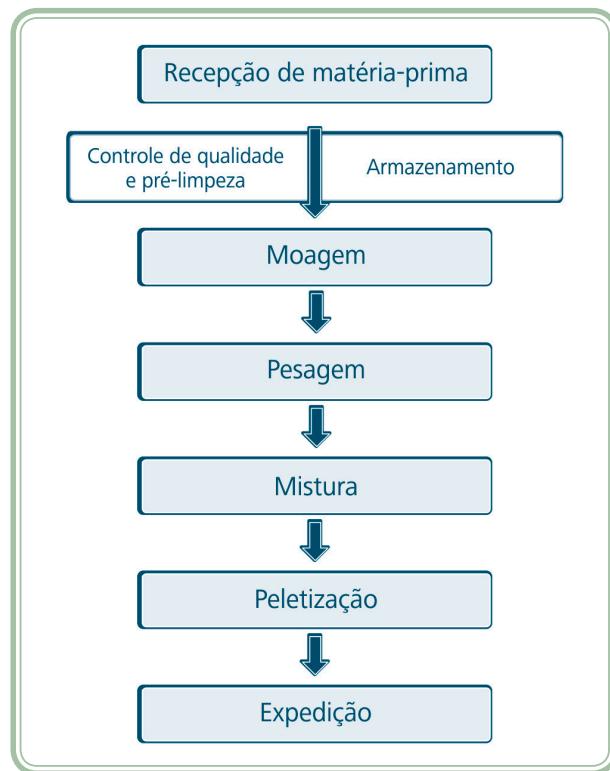
**Figura 9.1: Principais equipamentos utilizados na fabricação de rações**

Fonte: CTISM, adaptado de autores



**Figura 9.2: Fluxograma de funcionamento de uma fábrica produtora de ração**  
Fonte: CTISM, adaptado de autores

A Figura 9.2 esquematiza o fluxograma de uma fábrica de rações apresentado de forma simplificada e na Figura 9.3 têm-se as principais etapas do processo de fabricação de rações.



**Figura 9.3: Principais etapas do processo de fabricação de ração**

Fonte: CTISM, adaptado de autores

### 9.1.1 Recepção de matéria-prima

O processo de fabricação inicia-se com o recebimento de ingredientes nas moegas de recepção, sendo que o destino dessas, bem como as amostras e referidas análises de controle de qualidade a serem realizadas dependerão da matéria-prima, procedência (certificada ou não), quantidade, sólida ou líquida, e suas especificações. Toda amostra coletada deverá ir para o laboratório devidamente identificada e contendo as seguintes informações: nome do produto; nome do fabricante; nome do transportador; data de recebimento; número e peso das unidades; número do lote; assinatura do responsável pela coleta e comentários. Procedimentos adequados na recepção minimizam problemas posteriores com ingredientes com baixa qualidade ou fora do padrão, destacando-se a importância da experiência e habilitação do responsável pela recepção em reconhecer a qualidade aparente dos ingredientes (BUTOLO, 2010).

Os ingredientes são conduzidos no interior da fábrica por sistemas de transporte, a exemplo dos elevadores (transporte vertical) e das roscas transportadoras

(transporte horizontal), e armazenados a granel em silos de armazenamento (milho, soja, farinhas, etc.) ou ensacados (premix, enzimas, vitaminas e aminoácidos sólidos).

Ingredientes considerados básicos como o milho, após realizada a pré-limpeza, costumam ser armazenados em silos externos à fábrica enquanto outros são recepcionados e conduzidos de acordo com a disponibilidade da matéria-prima, bem como de armazenamento da fábrica.

A pré-limpeza de matérias-primas tem como objetivo a retirada de impurezas e sujidades, como cascas, terra, areia, pedras e outras trazidas do campo e que podem prejudicar a qualidade tanto do ingrediente quanto do produto acabado, bem como separar grãos defeituosos que na maioria das vezes encontram-se quebrados, com sua porção interna exposta ao ataque de pragas e micro-organismos. Os ingredientes liberados, pelas análises de controle realizadas, podem ser conduzidos à fabricação, ou dependendo da demanda de produção, armazenados em unidades menores no interior da fábrica até o momento da moagem.

### **9.1.2 Moagem**

A moagem é realizada em moinho de rolo ou martelos e consiste na redução do tamanho de partículas de ingredientes visando à uniformização e melhor homogeneização da mistura promovendo melhora da qualidade e eficiência de etapas subsequentes. As fábricas de rações podem adotar dois sistemas, um denominado de “pré-moagem”, que após triturados, os ingredientes são conduzidos aos silos de dosagem até o momento de mistura quando serão previamente dosados de acordo com a formulação que se pretende elaborar. Já no segundo, as fábricas podem realizar a “pós-moagem”, armazenando os ingredientes já nos silos de dosagem e triturando-os juntos na linha de produção antes da mistura, com a principal desvantagem da linha de mistura ficar dependente da capacidade de moagem da fábrica e vice-versa.

### **9.1.3 Pesagem dos ingredientes**

A pesagem e/ou dosagem dos ingredientes é uma das etapas mais importantes na produção de rações. Essa fase precede a fase da mistura dos ingredientes. A dosagem de cada ingrediente deve ser individual, por dois motivos: a quantidade deve ser específica atendendo ao estabelecido previamente na formulação para atender as exigências nutricionais e evitar a contaminação cruzada na dosagem de várias matérias-primas simultaneamente. Estão envolvidos nesse processo de pesagens de ingredientes a(s) balança(s), silo(s) dosador(es) e demais utensílios (conchas, pás, inchadas e baldes).

### **9.1.4 Mistura**

O processo de homogeneização ou distribuição uniforme das partículas reduzidas na massa total denomina-se mistura, a qual é realizada por meio do movimento de pás ou helicóides em equipamentos chamados misturadores que podem ser horizontais ou verticais (LARA, 2010). A eficiência da mistura é essencial para altas produções zootécnicas (BUTOLO, 2010) e dependerá das características dos ingredientes, dos equipamentos e parâmetros do processo, por exemplo, o tempo. O tempo de mistura deve ser controlado de tal forma que possibilite a distribuição uniforme dos ingredientes, considerando que alguns desses, como premix, vitaminas e aminoácidos, estarão presentes em microgramas. Assim, antes de adicionar os ingredientes líquidos, deve-se assegurar um tempo inicial de mistura seca para completa distribuição de ingredientes, a fim de que não se formem grumos na massa (LARA, 2010). Compreende-se assim, porque a adição de ingredientes líquidos é indicada separadamente dos demais ingredientes no fluxograma apresentado na Figura 9.2.

### **9.1.5 Peletização e extrusão**

Após a finalização da mistura, a massa apresenta-se como um farelo e está pronta para ser moldada e receber a forma desejada da ração, que acontece com auxílio de tratamento térmico e umidade (BUTOLO, 2010), utilizando-se de equipamento denominado peletizador. A peletização consiste na manutenção da massa em tratamento térmico com adição de vapor dentro de um condicionador e absorção de água pelo farelo até a partícula alcançar temperaturas que variam de 75-95°C (LARA, 2010), com consequente pré-gelatinização do amido dos ingredientes da ração (BUTOLO, 2010). Após o condicionamento, o produto é comprimido forçando sua passagem por matrizes de moldagem que originam os pellets, formato característico das rações. Os pellets formados podem então ser triturados dependendo do animal de destino (BUTOLO, 2010).

A produção de rações na forma de pellets não é obrigatória, pois se verifica em muitas unidades a fabricação da ração farelada, a qual não passa pelo processo de peletização. No entanto, alguns estudos mostram vantagens da ração peletizada, como redução da carga microbiana e segregação de ingredientes; maior consumo da ração, de ganho de peso diário; melhor digestibilidade e conversão alimentar; consumo uniforme de ingredientes da ração e consequente redução de desperdício e economia (BUTOLO, 2010; LARA, 2010).

Ao final da produção da ração farelada, pode ser realizada etapa de secagem com objetivo de reduzir a umidade do produto acabado até níveis adequados ao armazenamento e conservação.

Já no processo de extrusão, a massa composta pela mistura de todos os ingredientes é colocada em contato com altas temperaturas e pressões, sofrendo transformações como gelatinização do amido, fricção molecular e esterilização, sendo forçada a passar por matrizes de moldagem provocando uma expansão do produto (BUTOLO, 2010).

Finalizados os processos, os produtos são transportados para tanques de ensaque ou expedidos a granel.

### **9.1.6 Expedição**

A expedição consiste na última etapa do processo de fabricação. Em algumas unidades produtoras, a ração pronta fica armazenada a granel em silos até o momento de distribuição, deixando a fábrica em caminhões transportadores, também a granel (Figura 9.3). A ração pode ainda, ser adequadamente acondicionada em embalagens de diferentes capacidades e ser distribuída na forma ensacada. Independente da forma de distribuição, o produto acabado deve ser submetido à análise de controle de qualidade, o que será imprescindível em todas as etapas para verificação da eficiência do processo de fabricação e garantia de qualidade.

## **9.2 A qualidade na fabricação de rações**

A busca por qualidade é premissa básica e constante na aquisição de produtos por consumidores. O conceito de qualidade no âmbito atual torna-se bastante amplo e já engloba o fator “custo”. Essa abordagem não pode ser diferente no novo panorama nacional que se encontra a produção de rações: produtores que em virtude de custos, da disponibilidade de matérias-primas e insumos na propriedade, bem como de especificidades de seus animais, passam a formular as rações ao invés de adquiri-las em fábricas (BUTOLO, 2010).

A qualidade da fabricação, seja na propriedade ou nas fábricas comerciais, é verificada no produto acabado. Mas semelhantemente a outros segmentos industriais, esta é dependente de condições inerentes à matéria-prima e a todo processo de fabricação.

Desta forma, o controle de qualidade pode ser compreendido como o “conjunto de procedimentos que envolvem programação, coordenação e execução com o objetivo de verificar e assegurar a conformidade da matéria-prima, do ingrediente, do rótulo, da embalagem, do produto intermediário e do produto acabado com as especificações estabelecidas” (BRASIL, 2007).

Mas essa não é uma tarefa fácil. O controle de qualidade dos ingredientes, por exemplo, é um dos maiores desafios enfrentados pelos profissionais da área, em virtude das contaminações constantes e variáveis ocasionadas desde sistemas de colheita e estocagem deficientes às condições de processamento inadequadas.

Análises da composição química dos ingredientes utilizados na alimentação animal são empregadas como medidas para verificação da qualidade destes, que será refletida na qualidade da ração produzida. Exemplos são: o “Método de Weende” – utilizado desde 1864, que fornece informações da composição em matéria seca; proteína bruta; gordura ou extrato etéreo; fibra bruta; cinzas ou matéria mineral e extrativa não nitrogenada – e o “Método de Van Soest” – 1967, que divide os componentes da amostra analisada em conteúdo celular: frações solúveis em detergente neutro (lipídeos, compostos nitrogenados, amido, pectina) e parede celular (proteína insolúvel, hemicelulose, lignina e celulose) (BUTOLO, 2010).

As especificações a cerca dos ingredientes vão além das análises bromatológicas, incluindo ainda análises microbiológicas, física e macroscópica observando-se aparência, integridade, cor, odor entre outras características que impeçam a utilização de matérias-primas de baixa qualidade e inadequação sanitária.

O controle de qualidade de ingredientes realizado adequadamente no momento da recepção, como dito anteriormente, pode minimizar problemas com produtos futuramente. O controle nesta etapa pode se estender desde uma análise visual de classificação a exemplo do milho, a técnicas químicas e bioquímicas, como determinação da atividade ureática no farelo de soja.

Se a qualidade comprovada das matérias-primas será refletiva no produto final, é verdadeiro também que a qualidade do produto acabado é resultado conjunto da excelência dos controles durante a produção, ou ainda a falta de qualidade quando o programa de controle foi ineficiente (BUTOLO, 2010). Neste caso, a rastreabilidade torna-se essencial para localização e solução do problema que originou a qualidade deficiente.

Amostras devem ser coletadas no mínimo uma vez por mês de todos os ingredientes, bem como diferentes produtos acabados para serem analisados (Quadro 9.1) e correlacionados (BUTOLO, 2010).

**Quadro 9.1: Análises de controle de qualidade potencialmente realizadas em ingredientes e produtos acabados**

Ingredientes	Classificação	Granulometria	Umidade	Proteína bruta	Gordura	Fibra bruta	Cinzas	Calcio	Fósforo	Sódio	Potássio	Magnésio	Acidez	Peróxido	Aminas biogênicas	Atividade ureática	Solubilidade	Fator antitriptico	Digestibilidade	Pesticidas	Micotoxinas	Salmonella	AG livres	AG totais	Tanino	Gossipol	Lactose		
<b>Grãos de cereais</b>																													
Milho	1	1																			2	3							
Sorgo	1	1																			2			1					
Triticale	1	1																			2	3							
<b>Farelos e subprodutos vegetais</b>																													
Fubá e cereais moídos	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2							3							
Farelo de trigo	1	1	1		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2							3							
FAI	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2														
FAD	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2														
Farelo de soja	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					1	1	2		3					
Soja integral desativada	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	3	2	2					
Farelo de algodão	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2									1					
Farelo de canola	1	1	1		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2														
Glúten de milho	1	1	1		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2														
<b>Farinhas e subprodutos animais</b>																													
Farinha de carne	1	1	1	1		1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2					1	1							
Farinha de peixe	1	1	1	1		1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2					1	1							
Farinha de penas	1	1	1			1	1	1	2	2	2	2	1	1	2					1	1								
Farinha de vísceras	1	1	1	1		1	1	1	2	2	2	2	1	1	2					1	1								
Farinha de penas e vísceras	1	1	1	1		1	1	1	2	2	2	2	1	1	2					1	1								
<b>Minerais</b>																													
Fosfato bicálcico	1					1	1	1												2									
Calcário	1						1	1												2									
Farinha de ostra	1						1	1												2									
<b>Óleos e gorduras</b>																													
Óleo bruto de soja	1		1														1	1					1	1					
Gordura animal	1		1														1	1					1	1					
Ácido graxo	1		1														1	1					1	1					
Gordura hidrogenada	1		1														1	1					1	1					
<b>Sucedâneos do leite</b>																													
Leite integral	1	1	1														1											1	
Leite desnatado	1	1	1														1											1	
Soro de leite	1	1	1														1											1	
Soro de queijo	1	1	1														1											1	
Produtos acabados	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3							3	2						
Notas: 1. Determinações realizadas frequentemente; 2. Determinações esporádicas; 3. Determinações em condições especiais. AG = Ácidos Graxos; FAI = Farelo de Arroz Integral; FAD = Farelo de Arroz Desengordurado.																													

Fonte: Butolo, 2010

Já o controle da produção depende da fiscalização constante em todas as etapas de processamento (BUTOLO, 2010):

- a)** Recebimento da matéria-prima.
- b)** Armazenamento dos ingredientes.
- c)** Processamento dos ingredientes.
- d)** Pesagem e mistura.
- e)** Produção dos premix (suplementos vitamínicos, minerais e aditivos).
- f)** Fabricação da ração.
- g)** Contaminações cruzadas.
- h)** Peletização.
- i)** Extrusão.
- j)** Controle do produto final.
- k)** Expedição.

Na sequência, são exemplificados alguns Pontos Críticos de Controle (PCC).

### **9.2.1 Pontos críticos de controle e sistemas de qualidade**

Os sistemas de qualidade auxiliam na operacionalização do controle por meio do pensamento de “querer fazer, estabelecer procedimentos e controlar resultados” (BUTOLO, 2010, p. 30). A Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle (APPCC), amplamente difundida na alimentação humana, é uma prática extensiva ao comprometimento da qualidade na fabricação de rações.

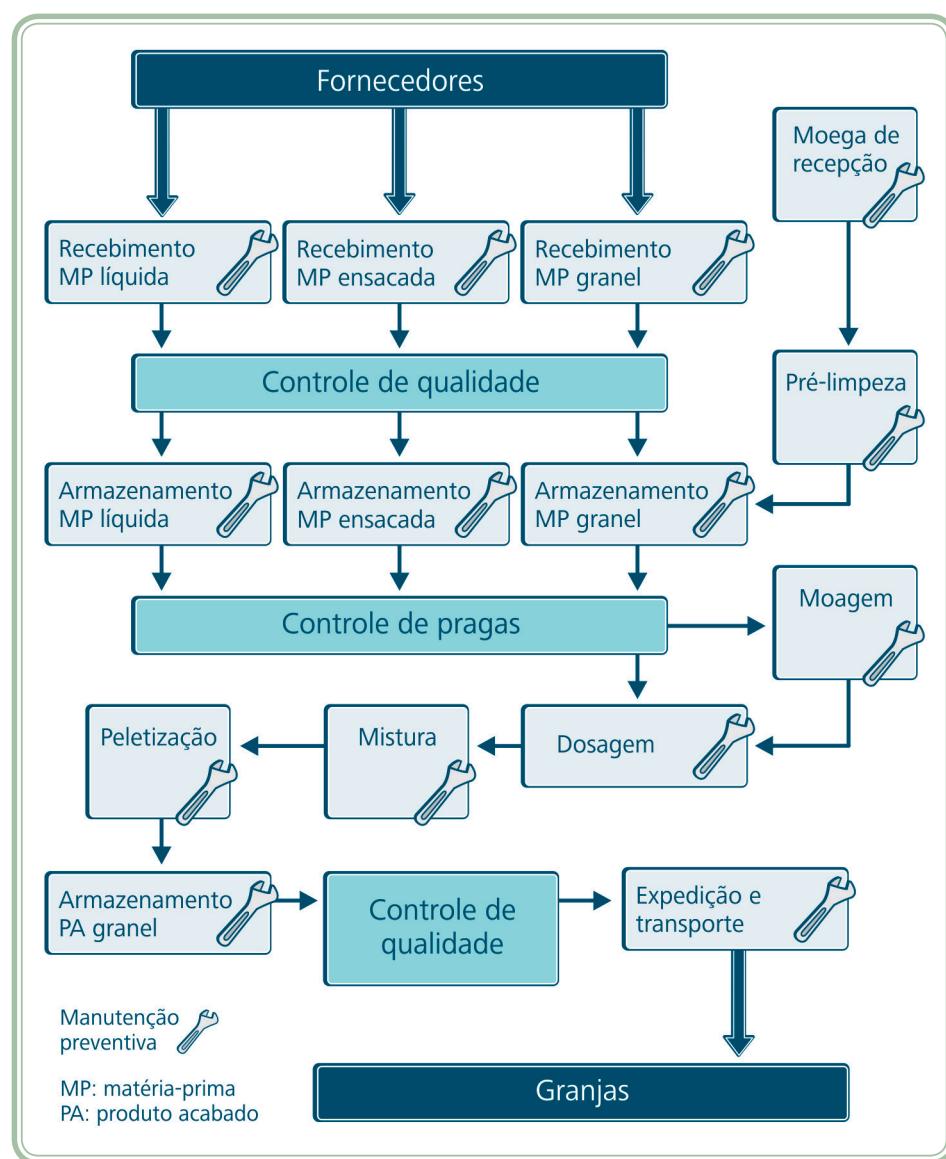
A medida mais eficaz no estabelecimento da qualidade é a adoção de critérios de controle e manutenção preventiva nos pontos críticos identificados (Figura 9.4) com objetivo de evitar riscos (Quadro 9.1). No processo de fabricação de rações, os pontos críticos de controle estão relacionados com a qualidade da matéria-prima, qualidade do processo e qualidade do produto acabado (BUTOLO, 2010).

## A-Z

### pragas

Insetos e todos os animais, tais como gatos e pássaros, capazes de contaminar direta ou indiretamente os alimentos.

Alguns critérios de controle, a exemplo do controle de **pragas**, não se fazem necessários em um ponto crítico único do processo, mas representam a prevenção do risco de perdas qualitativas e quantitativas desde ingredientes ao produto acabado, devendo-se evitar o chamado “foco AAA” – Acesso/Abrigo/Alimento. No caso de infestações instaladas, toma-se como medida principal o combate químico, e consequentemente tem-se o risco de contaminação química de ingredientes e produtos. Vislumbra-se aqui, as vantagens da adoção de medidas preventivas simples, como o fechamento de áreas de acesso de pragas, pavimentação, utilização de anel sanitário e técnicas adequadas de higiene e limpeza.



**Figura 9.4: Fluxograma do processo de fabricação de rações com identificação de pontos-chave para adoção de manutenções preventivas com vistas à garantia de qualidade do produto acabado**

Fonte: CTISM, adaptado de autores

A contaminação cruzada por microelementos da ração, como os aditivos, merece destaque pela possibilidade de estar presente em diferentes áreas da produção: transportadores, silos de armazenamento e misturadores, entre outros. As substâncias podem ficar retidas e posteriormente contaminar produtos sequenciais em que o aditivo não deveria estar presente. Como medida preventiva da contaminação cruzada após processamento de uma ração com medicamento, por exemplo, além do uso de utensílios exclusivos para dosagem de cada ingrediente, podem ser utilizados dois métodos de limpeza (BUTOLO, 2010). O método de limpeza de arrasto – onde um ingrediente (exemplo fubá de milho) deve passar por todo o sistema de produção adsorvendo a substância remanescente e evitando a contaminação do produto subsequente – e o método da produção sequencial – rações que contenham a mesma substância em quantidades menores ou iguais são produzidas sequencialmente de modo a retirar a substância retida nos equipamentos.

**Quadro 9.2: Análises de perigos potenciais pertinentes e pontos críticos de controle na fabricação de rações**

PCC	Riscos a serem prevenidos	Critérios de controle e manutenção preventiva
<b>Recepção da matéria-prima</b>		
Recebimento	Matérias-primas que não atendam às especificações (a granel, ensacadas e líquidas).	Conhecimento das especificações e reconhecimento de qualidade aparente de ingredientes.
Amostragem	Amostras não representativas para análises de qualidade.	Utilização de técnicas adequadas de amostragem a cada tipo de matéria-prima.
Análise física	Produtos contaminados, danificados e com excesso de umidade.	Acreditação de fornecedores. Análises macroscópica, microscópica, granulométrica, peso específico e umidade.
Análise química	Deficiência de nutrientes.	Análises bromatológicas.
Análise microbiológica	Presença de toxinas e micro-organismos.	Análises microbiológicas, cromatográficas e imuno-enzimáticas.
Moega de recepção	Contaminação da matéria-prima recebida.	Recepção em moegas limpas e sem contaminação.
Pré-limpeza	Matérias-primas armazenadas com sujidades e impurezas.	Inspeção e limpeza constantes de equipamentos.
Armazenamento de matéria-prima a granel	Perdas qualitativas e quantitativas. Mistura de ingredientes com características diferentes.	Armazéns ou silos com condições adequadas de limpeza, aeração, controle de temperatura, umidade e pragas, ausência de infiltrações.
Armazenamento de matéria-prima ensacada	Perdas qualitativas e quantitativas.	Armazenamento sobre paletes distantes de paredes e higiênicos; sem incidência direta de sol e umidade, controle de pragas.
Armazenamento de matéria-prima líquida	Perdas qualitativas e quantitativas por oxidação.	Proteção contra incidência direta de sol/luz; limpeza adequada, uso de detergente, controle de pragas.

Processamento e pós-processamento		
Moagem	Granulometria inadequada. Desuniformidade entre ingredientes.	Regulagem e tipo de moinho, peneiras compatíveis, condições de martelos. Limpeza frequente.
Dosagem	Contaminação física, química e microbiológica. Pesagens inadequadas.	Utensílios exclusivos para cada ingrediente, limpeza de equipamentos. Precisão e calibração de balanças.
Mistura	Segregação de ingredientes da ração. Contaminação cruzada.	Número de helicóides e de rotações. Nível dos ingredientes. Tempo de mistura. Limpeza e conservação dos equipamentos. Limpeza de arrasto ou produção sequencial.
Peletização/extrusão	O não atendimento do padrão.	Cozimento e digestibilidade. Desgaste das peças, tempo e adição de vapor.
Secagem	Excesso de umidade após extrusão.	Tempo e temperatura compatíveis com teor de umidade adequado.
Adição de gordura	Adição em níveis inadequados.	Adição de produtos e dosagens adequados.
Ensaque	Contaminação, sacaria defeituosa e fechamento inadequado.	Assepsia, utilização de embalagens adequadas e manutenção da máquina.
Armazenamento	Vazamento de embalagens, ataques de roedores e pragas, contaminação microbiana.	Instalações adequadas. Silos exclusivos. Desinfestação, limpeza e controle da temperatura.
Análise física	Presença de contaminantes e aditivos.	"Spot-tests" – Análises microquímicas e microscópicas.
Análise bromatológica	Variações entre esperados e observados.	Análises de Weende, macro e microminerais.
Expedição e transporte	Embalagens defeituosas e vencidas. Contaminação na produção e distribuição.	Controle dos lotes e descarte de embalagens defeituosas. Limpeza e manutenção de transportadores na linha (roscas e afins) e caminhões graneleiros.

Fonte: Adaptado de Butolo, 2010

Destaca-se ainda que a principal medida de verificação adotada em sistemas APPCC é a avaliação periódica do ponto crítico de controle ou critérios de controle, incluindo-se aqui avaliação do funcionamento, calibragem e limpeza de equipamentos.



Para saber mais sobre a IN nº 04 de 2007, acesse:  
<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegisacaoFederal>

O alcance da qualidade necessária e desejada na fabricação de rações, assim como em outros sistemas APPCC, conta com a ajuda de ferramentas como as Boas Práticas de Fabricação (BPF) e Procedimento(s) Operacional(is) Padrão(ões) (POP). A **Instrução Normativa** nº 04, de 23 de fevereiro de 2007 do Ministério

da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) apresenta o Regulamento Técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos fabricantes de produtos destinados à alimentação animal e roteiro de inspeção com o objetivo de definir os procedimentos básicos de higiene e de boas práticas de fabricação para alimentos fabricados e industrializados para o consumo dos animais.

Segundo a IN 04/2007 (p.1-2), define-se boas práticas de fabricação como “procedimentos higiênicos, sanitários e operacionais aplicados em todo o fluxo de produção, desde a obtenção dos ingredientes e matérias-primas até a distribuição do produto final, com o objetivo de garantir a qualidade, conformidade e segurança dos produtos destinados à alimentação animal”.

Inúmeros são os requisitos higiênico-sanitários de instalações, equipamentos, utensílios, pessoal e da produção necessários para a garantia da qualidade, citam-se aqui (IN 04/2007):

- Localização dos estabelecimentos em zonas isenta de odores indesejáveis, contaminantes e pragas.
- Instalações com construção sólida obedecendo a fluxograma operacional unidirecional (chegada de matérias-primas à expedição de produto final), iluminação, ventilação e condições sanitárias adequadas.
- Instalações e equipamentos com materiais de construção, projeção e disposição que permitam a limpeza adequada.
- Separação de locais de manipulação de alimentos de vestiários, refeitórios, banheiros, áreas de limpeza, locais destinados a lixo e resíduos e vias de acesso.
- Equipamentos e utensílios que entrem em contato direto ou indireto com o alimento confeccionado em material atóxico, resistente à corrosão e à rotina de limpeza e desinfecção, mantida em bom estado de conservação e funcionamento.
- Funcionários treinados e capacitados em aspectos relacionados à higiene pessoal e BPF na manipulação de produtos destinados à alimentação animal, incluindo uso de uniforme, de equipamentos de proteção individual e realização de exames periódicos quando houver contato com os produtos fabricados.

- Utilização de ingredientes registrados no órgão competente do MAPA (salvo aqueles dispensados de registro) e matérias-primas em condições sanitárias e toxicológicas adequadas ao processo de industrialização, com origem, qualidade e inocuidade garantidas.
- Prevenção de contaminação cruzada por contato direto e indireto em todas as etapas do processo.
- Adequação da qualidade e identificação da água com seu uso: elaboração dos produtos e produção de vapor e gelo, ou outros propósitos que não entrem em contato com os produtos.
- Utilização de embalagens adequadas ao produto e tempo de armazenamento a que se destina.
- Armazenamento, conservação e transporte de matérias-primas, ingredientes e produtos acabados em condições sanitárias e de operação que garantam a integridade, inocuidade e qualidade dos mesmos.
- Documentação e registro de controle de qualidade e boas práticas de fabricação.

Com objetivo de auxiliar na operacionalização e implantação de BPF, são adotados procedimentos padrões. O Procedimento Operacional Padrão (POP) pode ser compreendido, como a descrição pormenorizada e objetiva de instruções, técnicas e operações rotineiras a serem utilizadas pelos fabricantes de produtos destinados à alimentação animal, visando à proteção, à garantia de preservação da qualidade e da inocuidade das matérias-primas e produto final e a segurança dos manipuladores (IN 04/2007). De acordo com a IN 04/2007 devem ser implementados os POP contemplando no mínimo:

- a) Qualificação de fornecedores e controle de matérias-primas e de embalagens.
- b) Limpeza/higienização de instalações, equipamentos e utensílios.
- c) Higiene e saúde do pessoal.
- d) Potabilidade da água e higienização de reservatório.
- e) Prevenção de contaminação cruzada.

- f)** Manutenção e calibração de equipamentos e instrumentos.
- g)** Controle integrado de pragas.
- h)** Controle de resíduos e efluentes.
- i)** Programa de rastreabilidade e recolhimento de produtos (*recall*).

Recomenda-se que os POP sejam apresentados como anexo do manual de procedimentos de BPF do estabelecimento e ainda, acessíveis aos responsáveis pela execução das operações e às autoridades competentes.

Ressalta-se que cada estabelecimento deverá possuir um manual de procedimentos próprio e específico, que atenda no mínimo, as exigências e abrangências da IN 04/2007. A IN 04/2007 fornece ainda um roteiro de inspeção abordando avaliação do estabelecimento e dos procedimentos operacionais, bem como classificação das unidades fabricantes de produtos destinados à alimentação animal.

## **9.2.2 Exemplos práticos da importância do sistema de qualidade na fabricação de rações**

Se o animal consumir uma ração contaminada, este contaminante poderá ser assimilado pelo organismo do animal e posteriormente identificado na carne, órgãos, leite e ovos. A contaminação de produtos destinados ao homem consiste, por exemplo, na presença de resíduos de antibióticos e micro-organismos na carne, e de micotoxinas, por exemplo, a aflatoxina M1 no leite (OLIVEIRA et al., 2010) e a aflatoxina B1 na clara e gema dos ovos (SANTURIO, 2000). Esses e outros exemplos da importância da garantia de qualidade de uma ração são abordados a seguir. Ressalta-se, que as situações apresentadas neste item são oriundas de experiências práticas no processo de fabricação de rações.

### **9.2.2.1 Controle de qualidade no recebimento de matérias-primas**

O controle de qualidade das matérias-primas na fábrica de ração consiste em uma avaliação inicial, que pode receber o nome de padrão para recebimento, e uma avaliação subsequente, que pode ser chamada de análises de controle (Quadro 9.3). As análises do padrão para recebimento são realizadas a cada novo recebimento destes ingredientes pela fábrica, enquanto que as análises de controle são realizadas levando-se em conta a capacidade da fábrica em realizar tais análises. Estas poderão ser realizadas a cada novo recebimento de

matéria-prima ou em espaços maiores de tempo, por exemplo, semanalmente, quinzenalmente, entre outros.

**Quadro 9.3: Exemplo de um padrão de recebimento criado para o farelo de arroz integral**

Padrão para recebimento	
Umidade (máx.)	11 %
Retido em Tyler 8 (máx.)	2 %
Acidez (máx.)	10 mg NaOH/g
Condições	Deve estar livre de insetos, mofo, pelotas e rancidez. Temperatura até 5°C acima da ambiente.
Análises de controle	
Proteína bruta (mín.)	11 %
Gordura (mín.)	15 %
Fibra bruta (máx.)	13 %
Cinzas (máx.)	11 %
Aflatoxinas (máx.)	20 ppb

Fonte: Autores

Cada ingrediente dever ser avaliado de forma individual, estabelecendo-se assim as análises necessárias com base em suas características, por exemplo, o milho além de determinada a umidade, deve ser realizada análise da quantidade de impurezas e grãos com defeitos. Dependendo da umidade, será importante também a análise para micotoxinas.

Uma vez elencadas as análises que são prioridades para cada ingrediente (Quadro 9.1) é importante que se faça um banco de dados com os resultados de cada fornecedor (Figura 9.5), que servirá para ajustar as matrizes nutricionais de cada ingrediente e permitirá a ordenação dos melhores e piores fornecedores.

Ingrediente: Farelo de soja			Fornecedor: A								
Data	Nº da amostra	Nº do laudo	Análises solicitadas							dif. de pH A. Ureática	
			Umidade	Prot.Bruta	Fibra Bruta	Ext.Étereo	Solubilidade	%	A.Ureática		
01/02/12	01/12	101/12	12,1 12,5 Máx.	44,1 46,0 Min.	8,0 7,0 Máx.	0,8 6,0 Máx.	87,0 80,0 Min.	0,28 0,2 Máx.			
01/02/12	02/12	102/12	12,1 12,5 Máx.	44,5 46,0 Min.	7,9 7,0 Máx.	0,9 6,0 Máx.	89,0 80,0 Min.	0,27 0,2 Máx.			
15/03/12	03/12	103/12	11,9 12,5 Máx.	43,8 46,0 Min.	8,2 7,0 Máx.	0,7 6,0 Máx.	72,0 80,0 Min.	0,04 0,2 Máx.			
15/03/12	04/12	104/12	11,0 12,5 Máx.	46,5 46,0 Min.	6,5 7,0 Máx.	1,6 6,0 Máx.	73,4 80,0 Min.	0,04 0,2 Máx.			
30/03/12	05/12	105/12	11,0 12,5 Máx.	46,3 46,0 Min.	5,2 7,0 Máx.	1,3 6,0 Máx.	82,1 80,0 Min.	0,07 0,2 Máx.			
30/03/12	06/12	106/12	11,1 12,5 Máx.	46,1 46,0 Min.	4,6 7,0 Máx.	2,1 6,0 Máx.	76,5 80,0 Min.	0,02 0,2 Máx.			
15/04/12	07/12	107/12	11,3 12,5 Máx.	46,1 46,0 Min.	6,7 7,0 Máx.	2,3 6,0 Máx.	75,7 80,0 Min.	0,01 0,2 Máx.			
15/04/12	08/12	108/12	12,1 12,5 Máx.	46,3 46,0 Min.	6,7 7,0 Máx.	2,7 6,0 Máx.	73,3 80,0 Min.	0,02 0,2 Máx.			
29/04/12	09/12	109/12	11,9 12,5 Máx.	47,0 46,0 Min.	3,5 7,0 Máx.	1,8 6,0 Máx.	74,2 80,0 Min.	0,02 0,2 Máx.			
29/04/12	10/12	110/12	10,9 12,5 Máx.	46,6 46,0 Min.	4,9 7,0 Máx.	2,5 6,0 Máx.	76,3 80,0 Min.	0,04 0,2 Máx.			
28/05/12	11/12	111/12	10,7 12,5 Máx.	46,3 46,0 Min.	4,4 7,0 Máx.	1,6 6,0 Máx.	80,3 80,0 Min.	0,04 0,2 Máx.			
10/06/12	12/12	112/12	10,9 12,5 Máx.	46,9 46,0 Min.	5,9 7,0 Máx.	1,0 6,0 Máx.	86,5 80,0 Min.	0,25 0,2 Máx.			
10/06/12	13/12	113/12	11,6 12,5 Máx.	43,8 46,0 Min.	8,2 7,0 Máx.	0,7 6,0 Máx.	69,7 80,0 Min.	0,05 0,2 Máx.			
29/07/12	14/12	114/12	11,6 12,5 Máx.	46,8 46,0 Min.	6,1 7,0 Máx.	1,5 6,0 Máx.	79,2 80,0 Min.	0,02 0,2 Máx.			
29/07/12	15/12	115/12	12,2 12,5 Máx.	46,2 46,0 Min.	4,4 7,0 Máx.	1,9 6,0 Máx.	78,3 80,0 Min.	0,03 0,2 Máx.			
13/08/12	16/12	116/12	11,6 12,5 Máx.	47,0 46,0 Min.	4,1 7,0 Máx.	2,3 6,0 Máx.	75,4 80,0 Min.	0,03 0,2 Máx.			
13/08/12	17/12	117/12	12,5 12,5 Máx.	46,7 46,0 Min.	4,9 7,0 Máx.	2,5 6,0 Máx.	76,8 80,0 Min.	0,04 0,2 Máx.			

**Figura 9.5: Banco de dados do farelo de soja do fornecedor A**

Fonte: Autores

Na Figura 9.5 pode-se observar que alguns valores (destacados em vermelho) ficaram fora do padrão recomendado para esse ingrediente. A atividade ureática das amostras 01/12, 02/12 e 12/12 ficaram acima do limite máximo permitido devido a uma falha no processamento deste ingrediente, sendo que provavelmente a temperatura empregada no processo tenha ficado abaixo do recomendado (Aula 4). Esta afirmação é corroborada pelo fato das solubilidades proteicas terem ficado em 87,0, 89,0 e 86,5 %, respectivamente, valores superiores aos indicados como ideais (entre 80 – 85 %). Logo, o controle de qualidade da matéria-prima realizado indica desacordo com o padrão desejado para fabricação de rações, minimizando prejuízos posteriores com sua utilização.

Nas amostras 03/12, 04/12, 06/12, 07/12, 08/12, 09/12 e 10/12, observa-se que a solubilidade proteica ficou abaixo do mínimo exigido, que é 80 % possivelmente devido ao processamento da matéria-prima em temperatura superior à recomendada. Verifica-se que o resultando em atividade ureática está inferior (0,01 a 0,04) à desejada (0,05 a 0,20). Observa-se na Figura 9.5 que o nível de proteína bruta ficou abaixo do mínimo esperado nas amostras 01/12, 02/12, 03/12 e 13/12, sendo que esse menor valor pode estar primeiramente relacionado à variedade de soja plantada (com um teor menor de proteína bruta) e ao nível de adubação empregada na cultura. Porém, convém destacar a influência da quantidade de casca que permanece após o processo de extração do óleo de soja, ou até mesmo pela adição da mesma, que acaba diluindo a quantidade de proteína bruta e outros nutrientes como gordura, e aumentando a quantidade de fibra bruta do farelo (observada pelo alto nível de FB, acima do recomendado de 7 %, nessas amostras). Assim, a fibra bruta é um parâmetro importante a ser analisado nos ingredientes, pois pode indicar se está ocorrendo uma maior inclusão de casca aos produtos.

No Quadro 9.4 são observados os resultados das análises realizadas em uma amostra de Farelo de Arroz Integral (FAI).

**Quadro 9.4: Exemplo teórico de um laudo de avaliação do FAI**

Valores de referência				
Parâmetros	Unidade	Valor	Mínimo	Máximo
Umidade	%	9,32	-	11
Proteína bruta	%	11,37	11	-
Gordura	%	12,29	15	-
Fibra bruta	%	15,19	-	13
Acidez	mg/NaOH/g	5,41	-	10

Fonte: Autores

Observa-se que o nível de gordura está abaixo do recomendado. Em contrapartida, o nível de fibra está acima do valor máximo permitido, ou seja, no processamento deste ingrediente pode ter havido o acréscimo de casca de arroz.

Contratar garantias dos fornecedores é uma estratégia importante para se minimizar a falta de padronização das matérias-primas quanto aos níveis nutricionais e também quanto a possíveis contaminantes. Por exemplo, juntamente com a chegada da farinha de carne e ossos deverá ser entregue à fábrica um laudo atestando que a mesma não apresenta salmonela.

### **9.2.2.2 Controle de qualidade na estocagem de matérias-primas**

Geralmente a fábrica de ração recebe as matérias-primas a granel, ensacada e na forma líquida. É importante que se estabeleça um correto armazenamento destes produtos e critérios de controle (Quadro 9.1), tomando-se como exemplo matérias-primas recebida a granel. A granel devem-se observar as condições de aeração dos silos, pois falhas no processo por defeitos nos equipamentos ou excesso de sujidades nos grãos podem alterar a relação entre a temperatura e umidade do grão e a temperatura e umidade do ambiente; com isso tem-se um ambiente propício para o desenvolvimento de fungos e pragas (BUTOLO, 2010; KLEIN, 1999). É importante se estabelecer uma rotina de limpeza de resíduos de matérias-primas (Figura 9.6) e de manutenção preventiva, observando-se eventuais vazamentos de produtos e infiltrações de água.

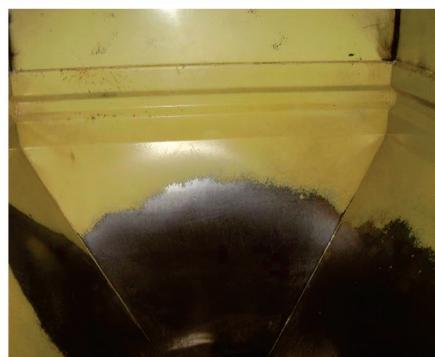
A limpeza realizada nos equipamentos da Fábrica A e B (Figuras 9.6, 9.9, 9.12, 9.13 e Quadros 9.4, 9.5, 9.7 e 9.8) foram realizadas com espátulas e vassouras, sendo que em alguns casos se utilizou escova de aço. Além disso, alguns equipamentos foram limpos apenas com a vassoura e ar comprimido.

O que se deseja com o processo de limpeza dos equipamentos é eliminar ao máximo as sujidades e consequentemente os fungos, bactérias e outras pragas. Como pode ser observado no Quadro 9.5, houve uma diminuição na contagem fúngica dos equipamentos no pós-limpeza. No silo de armazenagem de milho e no silo de armazenagem de milho moído essa diferença já foi menor na 1<sup>a</sup> semana pós-limpeza, ou seja, já está ocorrendo o desenvolvimento fúngico novamente. Na 2<sup>a</sup> semana após a limpeza, todos os valores já foram superiores aos encontrados antes da pré-limpeza. Nesse caso, o profissional poderia sugerir que a limpeza fosse realizada semanalmente.

Balança de grãos inteiros da Fábrica B



Pré-limpeza



Pós-limpeza

Silo de milho da Fábrica A



Pré-limpeza



Pós-limpeza

Silo de armazenagem de farelo de soja da Fábrica A



Pré-limpeza



Pós-limpeza

**Figura 9.6: Pontos críticos de controle (pesagem e armazenagem de matérias-primas).**

**Imagens antes e após limpeza de alguns equipamentos em duas fábricas de rações**

Fonte: Autores

**Quadro 9.5: Resultados da contagem fúngica expressa em UFC/g nos diferentes pontos de armazenagem e pesagem de matérias-primas**

Ponto de coleta	Fábrica	Pré-limpeza	Pós-limpeza	1ª Semana pós-limpeza	2ª Semana pós-limpeza
Redler do silo do milho	A	$4,1 \times 10^5$	$1,2 \times 10^5$	0,00	$7,6 \times 10^5$
<b>Variação (%)</b>		-	<b>-70,7</b>	<b>-100,0</b>	<b>85,4</b>
Silo de armazenagem de milho	A	$4,4 \times 10^5$	$6,4 \times 10^4$	$1,3 \times 10^5$	$3,9 \times 10^6$
<b>Variação (%)</b>		-	<b>-85,5</b>	<b>-70,5</b>	<b>786,4</b>
Silo de armazenagem de milho moído	A	$1,4 \times 10^6$	$1,1 \times 10^5$	$3,0 \times 10^5$	$1,7 \times 10^6$
<b>Variação (%)</b>		-	<b>-92,1</b>	<b>-78,6</b>	<b>21,4</b>

Fonte: Adaptado de Fábrica A

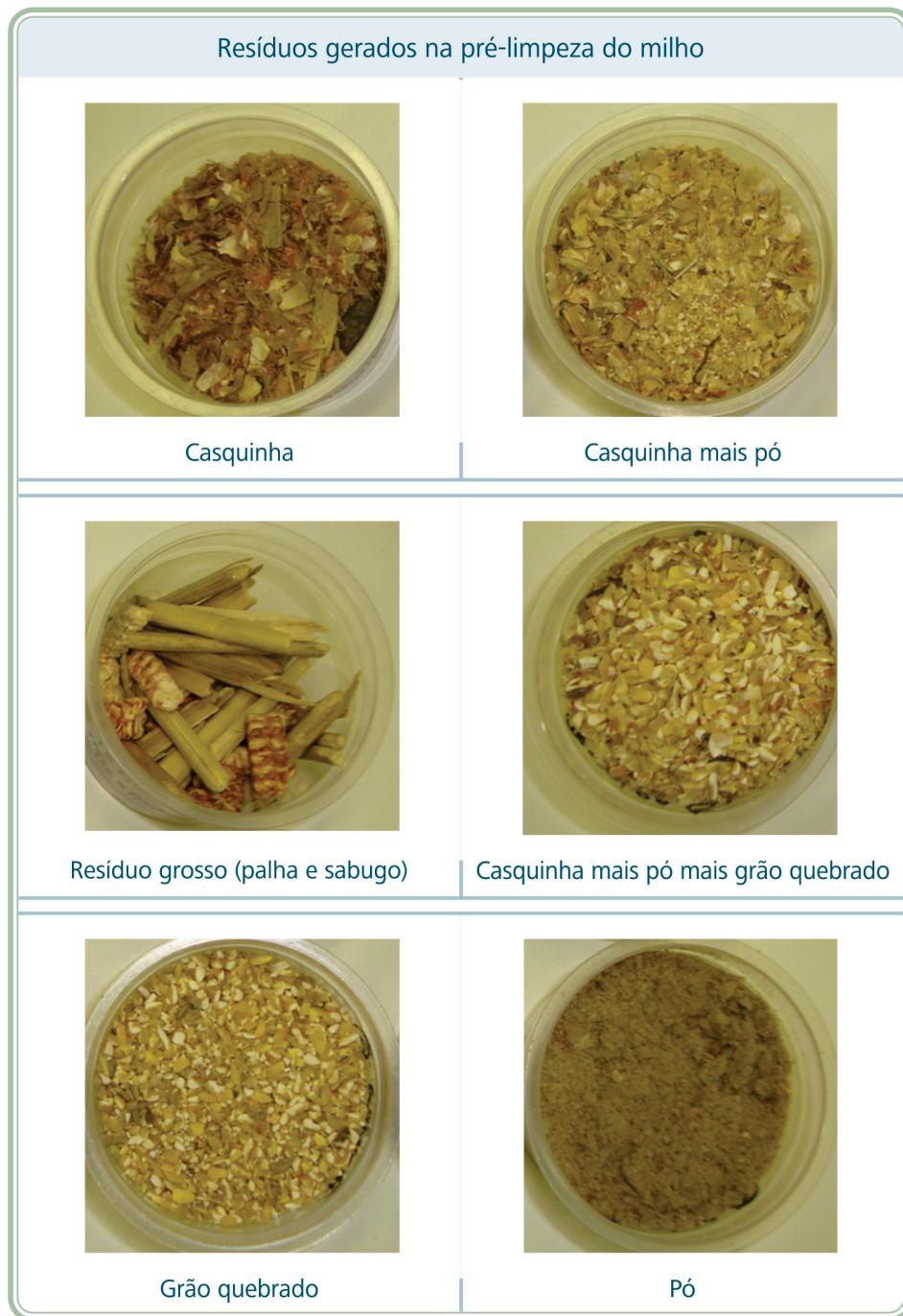
No caso do *redler* do silo de milho (Fábrica A) na segunda semana após a limpeza, observou-se que a contagem fúngica chegou à zero. O que pode ter ocorrido nesse caso, é que com o passar dessa 1ª semana, houve o carreamento das sujidades que foram liberadas na hora da limpeza, que ficaram livres no equipamento.

Quando se pensa nos equipamentos de armazenagem, não se deve desconsiderar o efeito matéria-prima, que ao apresentar uma carga microbiológica muito elevada, tenderá a dificultar o processo de limpeza. Além disso, mesmo se tendo uma rotina de limpeza, e os valores não diminuindo após a limpeza, se deverá avaliar o processo de estocagem da matéria-prima, pois os silos podem estar com uma aeração incorreta, um controle ineficiente de temperatura e umidade, ou apresentar infiltrações.

### 9.2.2.3 Controle de qualidade na pré-limpeza

A ausência de pré-limpeza, proporciona na maioria das vezes um ambiente favorável para crescimento de insetos e para o desenvolvimento microbiológico (produção de micotoxinas). Além disso, é muito importante que se faça a manutenção dos equipamentos que constituem a máquina de pré-limpeza, pois a sujeira pode ocasionar o entupimento das peneiras, reduzindo a eficiência do equipamento.

Durante a passagem dos grãos de milho pela máquina de pré-limpeza serão gerados vários resíduos (Figura 9.7).



**Figura 9.7: Resíduos gerados na pré-limpeza do milho**

Fonte: Autores

Do ponto de vista nutricional, a casquinha, o pó e o resíduo grosso não contribuem nutricionalmente na ração. A utilização dos grãos quebrados deve ser cautelosa, pois devido à exposição dos nutrientes (exemplo: amido) se propicia um ambiente favorável ao desenvolvimento de insetos e fungos, havendo assim a possibilidade de produção de micotoxinas por estes, além do comprometimento do teor nutricional do ingrediente. Além disso, muitos

pesquisadores apontam para a ideia de que boa parte das micotoxinas estão dispersas no pó, assim, ao eliminar o pó do grão estaria se eliminando uma das fontes de contaminação por micotoxinas.

Várias são as micotoxinas que podem ser encontradas nas rações, mas a aflatoxina B1 (AFB1) apresenta papel de destaque, pois é reconhecida na literatura como o agente natural mais carcinogênico que se tem registro. As micotoxinas podem influenciar negativamente no desempenho zootécnico dos animais, por exemplo, o consumo de ração contaminada por aflatoxina B1 pelas aves (corte e postura) retarda o desempenho das mesmas (SANTURIO, 2000). Já nos suínos, ocorre redução da eficiência reprodutiva, do consumo alimentar, da taxa de crescimento e do ganho do peso. Em casos de micotoxicoses agudas pode ocorrem a morte do animal (SOBESTIANSK; BARCELLOS, 2007).

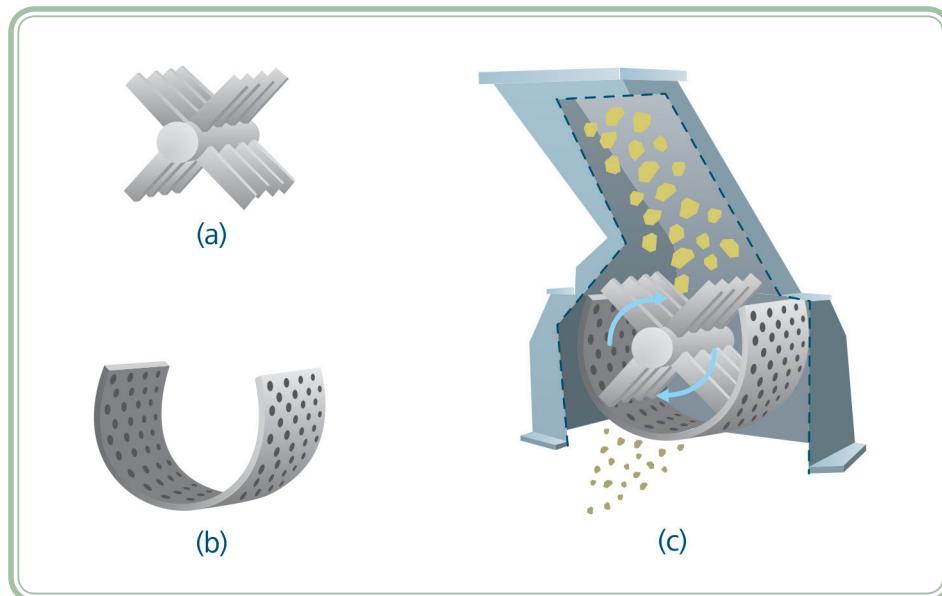
#### **9.2.2.4 Controle de qualidade na moagem de matérias-primas**

Demandas de produção superiores à capacidade da fábrica podem resultar em não atendimento dos critérios de granulometrias e, por consequência, comprometimento das etapas subsequentes de fabricação e produtividade dos animais (KLEIN, 1999).

“Recomenda-se que se faça de 4 a 5 avaliações da granulometria dos moinhos por dia” (KLEIN, 1999, p.10), para verificar se o produto está sendo moído dentro dos padrões recomendados, que leva em conta a espécie animal e a fase de produção em que estes se encontram. Essas avaliações periódicas podem auxiliar no diagnóstico de problemas, tais como, deslocamento de peneiras, peneiras furadas e desgastes dos martelos (Figura 9.8) (KLEIN, 1999).

Não trabalhar com a granulometria exigida para os animais e não realizar a manutenção preventiva do moinho (peneiras e martelos) pode ter como consequências:

- Piora no fluxo de moagem na fábrica, gastando-se mais tempo no processo de moagem (ração mais fina necessita de maior tempo de moagem).
- Maior gasto de energia (tanto pela moagem de um produto mais fino como pelo desgaste dos martelos) (EMBRAPA; PEROZIN, 2001).
- Piora no desempenho zootécnico dos animais (menor aproveitamento dos nutrientes) (EMBRAPA; PEROZIN, 2001).



**Figura 9.8: (a) Martelo do moinho; (b) peneira e (c) esquematização do moinho trabalhando**

Fonte: CTISM, adaptado de autores

Para suínos, recomenda-se que as rações possuam um Diâmetro Geométrico Médio (DGM) entre 493 a 668 µm (EMBRAPA; PEROZIN, 2001). Se fornecida uma ração para porcas em lactação com todos os demais nutrientes (proteína, gordura, Ca, P e umidade) dentro de valores ideais, mas com DGM de 892,48 µm, ou seja, 34,5 % maior que o máximo recomendado, é provável que as fêmeas apresentem uma menor produção de leite, e consequentemente seus leitões irão ter uma piora no ganho de peso.

A implicação prática de fornecer uma ração com um DGM acima do recomendado está no fato de haver uma diminuição da ação das enzimas presentes no trato digestivo sobre essas partículas maiores, piorando assim a digestão dos nutrientes. Como consequência os animais apresentam uma piora na produtividade. Da mesma forma, se fornecida uma ração muito fina, abaixo do mínimo recomendado, que é 493 µm, pode-se observar o surgimento de casos de úlceras nos suínos (nesse caso também se aumentaria o gasto de energia elétrica, aumentando-se o custo de produção) (EMBRAPA; PEROZIN, 2001).

Se esta ração fosse destinada a frangos, poderia se dizer que o DGM da mesma estaria dentro da faixa recomendada, pois nas aves o valor indicado como ideal situa-se entre 761 a 997 µm (EMBRAPA; PEROZIN, 2001). Por isso, é muito importante conhecer a que espécie a ração a ser produzida irá se destinar, para se utilizar a peneira mais indicada.

Outra medida importante que deve ser adotada como rotineira na fábrica envolvendo equipamentos relacionados à moagem de matérias-primas é a limpeza destes (Figura 9.9 e Quadro 9.6).



**Figura 9.9: Pontos críticos de controle (moinhos, pulmão do moinho e elevador do moinho). Imagens antes e após limpeza de alguns equipamentos em duas fábricas de rações**

Fonte: Autores

**Quadro 9.6: Resultados da contagem fúngica expressa em UFC/g nos diversos pontos de coleta**

Ponto de coleta	Fábrica	Pré-limpeza	Pós-limpeza	1ª Semana pós-limpeza	2ª Semana pós-limpeza
Moinho	B	$6,7 \times 10^5$	$1,3 \times 10^4$	$3,2 \times 10^5$	$3,0 \times 10^5$
<b>Variação (%)</b>		-	<b>-98,1</b>	<b>-52,2</b>	<b>-55,2</b>
Pulmão do moinho	B	$2,3 \times 10^6$	$3,2 \times 10^4$	$3,3 \times 10^5$	$3,7 \times 10^5$
<b>Variação (%)</b>		-	<b>-98,6</b>	<b>-85,7</b>	<b>-83,9</b>
Elevador do moinho	B	$3,0 \times 10^5$	$1,7 \times 10^4$	$1,8 \times 10^5$	$1,6 \times 10^5$
<b>Variação (%)</b>		-	<b>-94,3</b>	<b>-40,0</b>	<b>-46,7</b>

Fonte: Adaptado de Fábrica B

Conforme observado no Quadro 9.6, o processo de limpeza reduziu a contagem fúngica nos equipamentos avaliados de 94,3 até 98,6 %. Uma semana após a limpeza, a contagem fúngica elevou-se, evidenciando-se assim a necessidade de uma limpeza semanal. No caso do equipamento pulmão do moinho (Fábrica B), a contagem fúngica manteve-se muito próxima na primeira e segunda semana pós-limpeza, o que, na prática levaria a uma recomendação de limpeza quinzenal para esse equipamento. Porém, verifica-se que o valor está elevado a um exponencial de 4 ( $3,20E + 04$ ) após a limpeza, e salta para um valor elevado ao exponencial de 5 na primeira e segunda semana após a limpeza ( $3,30E + 05$  e  $3,70E + 05$ , respectivamente). Assim, é interessante, não somente para os equipamentos do Quadro 9.6, mas para todos os equipamentos relacionados como pontos de controle na fábrica, que o exponencial se mantenha abaixo de 4 ( $< 10^4$ ).

### 9.2.2.5 Controle de qualidade na pesagem dos ingredientes

Utilizar balanças de pesagens que não atendam a real necessidade da fábrica ou que não possuam uma calibração periódica podem ocasionar uma série de transtornos, tais como:

- Produção de rações com níveis nutricionais diferentes ao proposto na fórmula, e com isso ter excesso ou falta de determinados nutrientes ou de energia. Esse erro pode refletir diretamente nos custos de produção, tanto da fábrica como das granjas (clientes). Por exemplo: quantidades excedentes de farelo de soja acarretará aumento do custo da ração, do contrário, resultará em menor quantidade de PB nas rações, culminando em uma piora na produtividade das aves e suínos.
- Excesso ou falta de determinado ingrediente ou aditivos promotores de crescimento. Por exemplo: o excesso de óxido de zinco pode limitar o consumo voluntário de ração e prejudicar assim o ganho de peso de lei-

tões enquanto que casos de diarreias podem ser observados se utilizadas quantidades menores que as recomendadas.

- Dificuldade de mistura e produção de uma ração desbalanceada. Por exemplo: a inclusão de pequenas quantidades de óleo nas rações pode resultar em uma menor quantidade de energia e dificultar o processo fabril, no entanto, se incluída em quantidades maiores do que o proposto na fórmula pode ocasionar uma maior dificuldade de mistura, principalmente dos microingredientes, o que pode dar origem a uma ração desbalanceada.

A sala de pesagem de microingredientes (aminoácidos sintéticos, promotores de crescimento, minerais e vitaminas) deve ser construída de forma a proporcionar uma fácil limpeza, utilizando-se materiais como azulejos ou cerâmica (pisos e paredes). É importante que a sala de mistura seja organizada e se faça um controle da entrada e saída de ingredientes, acompanhando-se as datas de validade dos produtos. Além disso, é importante que a mesma seja equipada com um recipiente de armazenamento para cada ingrediente. Esses recipientes podem ser de plástico ou inox, sendo que ambos proporcionam uma boa limpeza.

Outro cuidado importante é quanto ao risco de contaminações cruzadas (Figura 9.10 à direita) durante a pesagem de micro e macroingredientes, e de mais ingredientes da fábrica. É importante que cada recipiente, possua sua concha de pesagem (Figura 9.10 à esquerda).



**Figura 9.10: Cuidado importante quanto ao risco de contaminações**

Fonte: Autores

Por exemplo, se a farinha de carne e ossos estiver contaminada com salmonela, e for utilizada uma inchada, pá e balde para fazer a transição desse produto entre a sacaria, balança e misturador, e posteriormente esses utensílios forem utilizados para fazer o mesmo procedimento com outro ingrediente qualquer

(exemplo: quirera de arroz), haverá contaminação deste. Seguindo esse raciocínio, se utilizada a quirera de arroz contaminada para produção de uma ração de suíños em terminação, onde os animais são mais velhos, os problemas podem ser brandos. Agora, se utilizada a quirera de arroz contaminada na produção de uma ração de leitões, os problemas poderão ser bem mais sérios, inclusive com uma alta mortalidade destes animais.

Para se detectar possíveis falhas na pesagem dos ingredientes, é importante que se faça o cruzamento entre as informações sobre a quantidade de rações produzidas *versus* a quantidade matéria-prima utilizada e em estoque. No caso do milho, pelo processo de pré-limpeza e moagem, dificilmente a quantidade pesada no ato do descarregamento será a mesma que chegará à forma de fubá no silo dosador.

#### **9.2.2.6 Controle de qualidade aplicado à mistura**

A avaliação periódica dos misturadores é fundamental para mistura homogênea dos nutrientes na ração. Não se pode indicar um tempo ótimo para os misturadores, assim o importante é a avaliação do misturado. Por exemplo, há misturadores verticais que apresentam boa mistura em apenas 5 minutos, enquanto que no geral para esse tipo de misturador se recomendam entre 12 a 15 minutos (LIMA; NONES, 1997).

O misturador deve estar devidamente aterrado (KLEIN, 1999), verificando-se periodicamente se todos os componentes que fazem parte do sistema de **aterramento** estão funcionando adequadamente.

O processo de verificação da homogeneidade de mistura envolve a análise na ração de um nutriente específico ou de um aditivo adicionado, que acaba recebendo o nome de elemento traço. Geralmente utiliza-se como parâmetro o manganês, pois este faz parte do suplemento mineral adicionado nas rações, é de fácil determinação analítica, com excelente grau de repetibilidade (BUTOLO, 2010).

O passo inicial é determinar os tempos e número de pontos de amostragem e de amostras que serão coletadas e analisadas. De maneira geral, o número de pontos a serem coletados são cinco, com três amostras sendo coletadas de cada ponto (Figura 9.11).

Exemplo da avaliação em misturador horizontal:

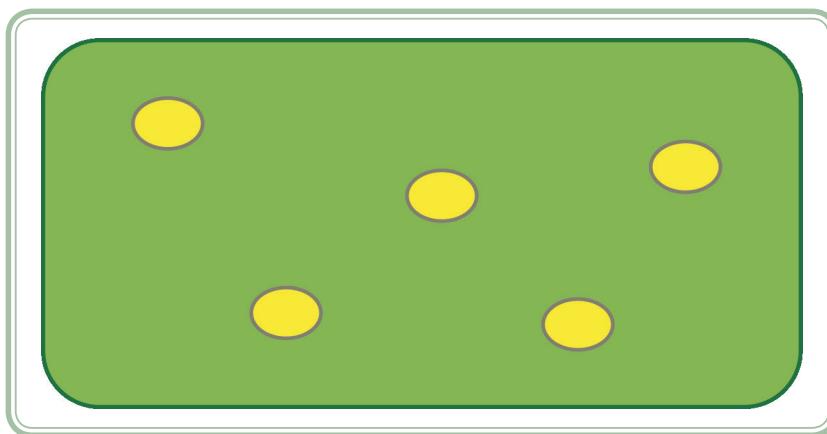
- Tempo de mistura: 1,5; 3 e 5 minutos.

#### **A-Z**

##### **aterramento**

O aterramento consiste fundamentalmente de uma estrutura condutora, que é enterrada propósitadamente ou que já se encontra enterrada, e que garante um bom contato elétrico com a terra. Destina-se à condução da corrente.

- Quantidade de mistura em cada coleta: 200 gramas.
- Pontos de amostragem: 5 pontos de coleta.
- Número de coletas: 3 amostras em cada ponto de coleta nos diferentes tempos.
- Elemento traço analisado: manganês.



**Figura 9.11: Pontos de amostragem dentro do misturado horizontal com capacidade de até 1000 kg**

Fonte: Autores

Para essa coleta utiliza-se saco plástico, calador (ou similar) e cronômetro (ou relógio que marque os segundos).

Feita a coleta e identificação das amostras (número, data de coleta e tempo de mistura), estas são enviadas ao laboratório para determinação da quantidade de manganês. Finalizadas as análises, de posse dos laudos, se fará o planilhamento e cálculo do Coeficiente de Variação (CV) observado nos diferentes tempos de mistura (Quadro 9.7) (LIMA; NONES, 1997).



Para saber como calcular manualmente o coeficiente de variação (%), acesse:  
[http://wp.ufpel.edu.br/nutricaoanimal/files/2011/03/tempo-de\\_mistura\\_CNPSA.pdf](http://wp.ufpel.edu.br/nutricaoanimal/files/2011/03/tempo-de_mistura_CNPSA.pdf)

O CV pode ser calculado manualmente ou com auxílio de um computador (utilizando-se planilha do Excel).

Considera-se um bom CV (%) valores de até 10 % para misturadores verticais e 5 % para misturadores horizontais (LIMA; NONES, 1999). Assim, pode-se considerar no exemplo, que o melhor tempo de mistura foi alcançado com 5 minutos, pois o CV nesse tempo foi de 4,97 %.

**Quadro 9.7: Análises do magnésio na ração e coeficiente de variação (CV) em diferentes tempos de mistura**

Tempos de mistura	Amostra 1 mg/kg	Amostra 2 mg/kg	Amostra 3 mg/kg	Amostra 4 mg/kg	Amostra 5 mg/kg
1,5 minutos	61,25	52,56	53,79	54,45	62,38
	64,41	52,45	52,22	57,50	63,67
	64,53	52,32	52,14	54,28	62,70
	Média das amostras	63,40	52,44	52,72	62,92
Média total	57,38				
Desvio padrão	5,40				
<b>CV (%)</b>	<b>9,42</b>				
3 minutos	62,78	52,78	60,69	65,61	52,39
	60,87	55,21	56,59	65,97	55,69
	61,55	53,24	56,75	64,88	53,14
	Média das amostras	61,77	53,74	58,01	65,49
Média total	58,55				
Desvio padrão	5,12				
<b>CV (%)</b>	<b>8,75</b>				
5 minutos	58,76	58,52	68,22	58,28	59,92
	60,81	60,99	68,06	59,74	60,77
	60,19	60,04	63,19	59,10	60,08
	Média das amostras	59,92	59,85	66,49	59,04
Média total	61,11				
Desvio padrão	3,04				
<b>CV (%)</b>	<b>4,97</b>				

Fonte: Autores

O valor da contagem fúngica no misturador e rosca do misturador (Figura 9.12 e Quadro 9.8) pode ser influenciada pela qualidade da matéria-prima, e do contato desta com os equipamentos relacionados com a armazenagem e moagem das matérias-primas, por isso, é importante que em cada setor o processo de limpeza seja eficiente.

No Quadro 9.8 observa-se que houve uma redução considerável na contagem fúngica após a limpeza do misturador (85 %) e da rosca do misturador (91,8 %). Na primeira semana após a limpeza os valores mantiveram-se inferiores aos valores observados na pré-limpeza, no entanto, ao se comparar aos valores logo após a limpeza ocorreu uma elevação da UFC/g. Assim, evidencia-se a necessidade de uma limpeza semanal dos equipamentos.



**Figura 9.12: Pontos críticos de controle (misturador e rosca do misturador).** Imagens antes e após limpeza de alguns equipamentos em duas fábricas de rações  
Fonte: Autores

**Quadro 9.8: Resultados da contagem fúngica expressa em UFC/g no misturador e rosca do misturador**

Ponto de coleta	Fábrica	Pré-limpeza	Pós-limpeza	1ª Semana pós-limpeza	2ª Semana pós-limpeza
Misturador	B	$1,2 \times 10^5$	$1,8 \times 10^4$	$4,9 \times 10^4$	$3,6 \times 10^4$
<b>Variação (%)</b>		-	<b>-85,0</b>	<b>-59,2</b>	<b>-70,0</b>
Rosca do misturador	B	$1,7 \times 10^5$	$1,4 \times 10^4$	$7,1 \times 10^4$	$9,8 \times 10^4$
<b>Variação (%)</b>		-	<b>-91,8</b>	<b>-58,2</b>	<b>-42,4</b>

Fonte: Adaptado de Fábrica B

Nesse momento da produção ocorre a inclusão de outros ingredientes, que até o momento não haviam passado pelos equipamentos de armazenagem e moagem (geralmente esses produtos são armazenados em sacos, "big-bags" ou silos específicos). Se a ração sair do misturador com uma contagem fúngica muito elevada, o profissional terá que avaliar se a contaminação não é decorrente da inclusão desses produtos.

### **9.2.2.7 Controle da qualidade na expedição de produtos acabados**

A qualidade da ração, e consequentemente o sucesso da fábrica de ração estarão comprometidos se não houver um cuidado quanto à limpeza (Figuras 9.13, 9.14 e Quadros 9.9 e 9.10) dos equipamentos da linha de transporte (canecas, roscas e afins) e dos silos por onde a ração acabada passará até chegar ao caminhão. Além disso, o caminhão deve ser considerado como fator de risco, assim a limpeza e inspeção do mesmo devem ser realizadas antes do carregamento da ração (BUTOLO, 2010; KLEIN, 1999), além de uma consulta ao motorista de quais mercadorias o mesmo fez o transporte (as três últimas), pois algumas poderão representar uma fonte de contaminação.



**Figura 9.13: Pontos críticos de controle (elevador de expedição e silo de expedição). Imagens antes e após limpeza de alguns equipamentos em duas fábricas de rações**  
Fonte: Autores



**Figura 9.14: Pontos críticos de controle (caminhão). Imagens antes e após limpeza de alguns equipamentos em duas fábricas de rações**

Fonte: Autores

Observa-se uma redução na contagem fúngica logo após a limpeza (Quadro 9.9). É importante salientar que principalmente nesta etapa, os valores para a contagem fúngica podem ser um reflexo da eficiência ou não da limpeza nas fases anteriores de produção, com destaque aos equipamentos relacionados à estocagem de matérias-primas, que antecede todas as outras.

O profissional da fábrica de ração deverá considerar as particularidades de todos os equipamentos envolvidos no processo de fabricação e que necessitam de limpeza, pois a não redução na contagem fúngica pode ser devido à falta de compreensão destas distinções entre equipamentos. Alguns possuem uma maior complexidade, maior dificuldade de acesso, e consequentemente de limpeza. Enquanto outros necessitarão ser desmontados para que se alcance um bom grau de limpeza.

**Quadro 9.9: Resultados da contagem fúngica expressa em UFC/g no elevador de expedição, silo de expedição e ducto de expedição antes e após limpeza**

Ponto de coleta	Fábrica	Pré-limpeza	Pós-limpeza	1ª Semana pós-limpeza	2ª Semana pós-limpeza
Elevador de expedição	B	$1,5 \times 10^5$	$3,1 \times 10^4$	$2,5 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$
<b>Variação (%)</b>		-	<b>-79,3</b>	<b>66,7</b>	<b>0,0</b>
Silo de expedição	B	$3,6 \times 10^5$	0,00	$9,8 \times 10^3$	$9,1 \times 10^3$
<b>Variação (%)</b>		-	<b>-100</b>	<b>-97,3</b>	<b>-97,5</b>
Ducto de expedição	B	$9,6 \times 10^6$	$9,1 \times 10^3$	$8,0 \times 10^4$	$4,5 \times 10^5$
<b>Variação (%)</b>		-	<b>-99,9</b>	<b>-99,2</b>	<b>-95,3</b>

Fonte: Adaptado de Fábrica B

Como pode ser observado no Quadro 9.10 a limpeza foi eficiente no controle bacteriológico, eliminando a salmonela. Considerando a contagem fúngica, em ambos os casos houve uma redução após a limpeza. Em termos percentuais, a contagem fúngica na ração da Fábrica B, foi menor no pós-limpeza (79,3 %), porém a contagem na Fábrica A era inicialmente menor, assim, embora esta tenha apresentado uma redução de 36,8 %, numericamente sua contaminação foi inferior (55000 UFC/g contra os 87000 UFC/g da Fábrica B). Assim, para uma correta interpretação dos resultados, o profissional terá que avaliar não somente a redução percentual, mas o quanto essa variação representa em valores absolutos.

O responsável da fábrica poderá estipular que os valores após a limpeza não deverão ultrapassar valores de até  $10^4$ . No Quadro 9.10, por exemplo, observa-se que a contagem fúngica na ração da Fábrica B, antes da limpeza apresentou um valor de  $4,20 \times 10^5$ , e após a limpeza esse valor foi reduzido para  $8,70 \times 10^4$ .

**Quadro 9.10: Resultados da contagem fúngica expressa em UFC/g e da presença de salmonela na ração pronta**

Análise	Fábrica	Pré-limpeza	Pós-limpeza	1ª Semana pós-limpeza	2ª Semana pós-limpeza
Bacteriológica	A	Presença	Ausência	Ausência	Ausência
Fúngica	A	$8,7 \times 10^4$	$5,5 \times 10^4$	$2,1 \times 10^4$	$1,5 \times 10^3$
<b>Variação (%)</b>		-	<b>-36,8</b>	<b>-61,8</b>	<b>-92,9</b>
Bacteriológica	B	Presença	Ausência	Ausência	Ausência
Fúngica	B	$4,2 \times 10^5$	$8,7 \times 10^4$	$1,2 \times 10^5$	$1,0 \times 10^5$
<b>Variação (%)</b>		-	<b>-79,3</b>	<b>-37,9</b>	<b>-16,7</b>

Fonte: Adaptado de Fábricas A e B

### 9.2.2.8 Dúvidas frequentes sobre medidas que fazem parte do controle da qualidade nas fábricas de rações

- a) Para os farelos em geral (milho, farelo de soja, farelo de trigo, etc.) qual a periodicidade que se deve proceder à coleta de amostras para serem analisadas?

Existem duas possibilidades:

- Se a fábrica de ração ou suplementos possuir um NIRS (Espectrofotometria de refletância no infravermelho proximal), calibrado para proteína bruta, gordura, matéria mineral, fibra bruta, cálcio e fósforo, a avaliação poderá ser realizada a cada recebimento de matéria-prima, pois esta análise é rápida e prática. Com essa avaliação a cada recebimento,



Para saber mais sobre o NIRS, acesse:  
<http://www.revista.sbz.org.br/artigo/visualizar.php?artigo=2200>

seria possível a manutenção de uma matriz nutricional bem ajustada aos ingredientes recebidos.

- O ideal seria a realização de amostragens e análises semanais. Normalmente, o que se observa são avaliações de uma amostra por mês, o que permite um bom controle. Deve-se considerar a capacidade do laboratório da empresa de realizar as análises, tanto estruturalmente como financeiramente.

**b)** Para as farinhas, por exemplo, FCO o indicado é amostrar e analisar todos os produtos que chegarem à fábrica de ração?

Os produtos de origem animal, geralmente apresentam problemas quanto à homogeneidade. É importante que se realize em todos os produtos que cheguem as análises de acidez, índice de peróxidos, salmonela e granulometria. As demais determinações (por exemplo: proteína bruta, cálcio e fósforo) podem ser realizadas por amostragem semanal.

**c)** E para os produtos lácteos, qual o procedimento adotado em relação à periodicidade de coleta e análise de amostras?

Atenção maior em relação à acidez e a salmonela, sendo recomendada a amostragem e análise semanal. Se a fábrica adquirir grandes quantidades, deverá fazer uma monitoria do produto em estoque, para os valores de acidez e índice de peróxidos.

### **Considerações gerais sobre as questões a, b e c**

Pode-se dizer que uma avaliação a cada recebimento ou semanal seria o ideal. No entanto, a empresa terá que dispor de equipamentos adequados para ter uma análise rápida e precisa, pois muitas vezes haverá um atraso no recebimento de produtos (o resultado de uma análise de proteína bruta pode demorar aproximadamente 6 horas para ser finalizada), na liberação do motorista do caminhão e no início da produção. O que ocorre geralmente nas fábricas de rações e suplementos é uma boa avaliação do produto no recebimento, identificando a data de fabricação dos ingredientes, prazo de validade, aspecto visual da embalagem e histórico de transportes anteriores do caminhão (existe risco de contaminação?). Aliado a isso, se procede a análises rápidas para, cor e aspecto (estão compatíveis com o recomendado para a matéria-prima em questão?), umidade, acidez, índice de peróxidos. Feita a liberação do produto com base das análises rápidas de recebimento, se procederá à realização de

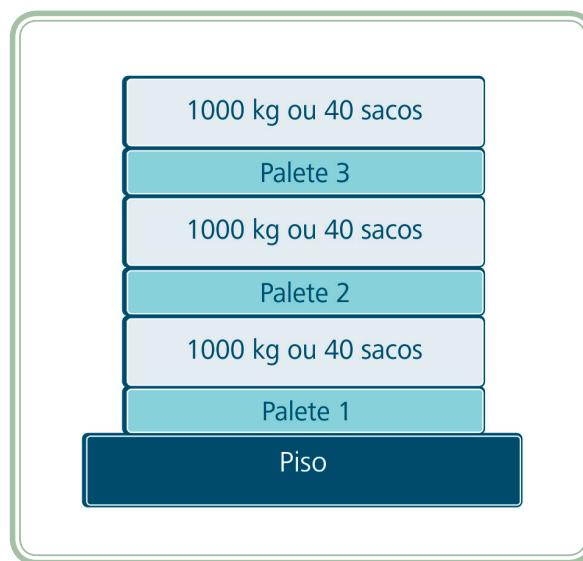
amostragens para a realização de uma avaliação completa semanal (se possível) ou mensal de cada fornecedor recebido na empresa.

É importante a certificação e histórico do fornecedor, bem como a correta identificação de toda matéria-prima e programa de rastreabilidade para eventuais problemas com a qualidade do produto final.



- d) Em se tratando da estocagem de matérias-primas ou produtos acabados ensacados, tem-se uma preocupação muito grande quanto à altura ideal de empilhamento, objetivando-se evitar problemas de compactação dos produtos. Nesse sentido, qual o empilhamento correto para produtos ensacados?

Não existe uma recomendação prática, pois o empilhamento dependerá em muito do produto que está sendo utilizado, assim caberá uma avaliação caso a caso. Na Figura 9.15 é apresentada uma sugestão considerando sacos de 25 kg cada.



**Figura 9.15: Esquematização do empilhamento de matérias-primas e/ou produtos acabados**  
Fonte: CTISM

- e) Em relação ao intervalo de tempo em que se deve realizar a limpeza e desinfecção geral da fábrica, o que se indica?

Se a empresa possuir uma política eficiente de controle das contaminações cruzadas, uma limpeza física da fábrica e seus equipamentos por semana é suficiente para garantir a qualidade dos produtos fabricados. Deve-se ter um cuidado com a limpeza de misturadores, elevadores e demais equipamentos envolvidos no processo direto de fabricação de ração, a fim

de se evitar as contaminações cruzadas, principalmente após a produção de diferentes produtos destinados a espécies diferentes (suínos, aves e bovinos). Uma limpeza física dos componentes da fábrica utilizando-se em conjunto vassoura, escovas, aspiradores industriais e compressores de ar (ar comprimido) geralmente alcançam bons resultados. Quando não suficiente para reduzir a contaminação fúngica, o uso de produtos antifúngicos e limpeza química será necessária, no entanto deve-se ter muita cautela, a fim de evitar contaminações.

### 9.2.3 Legislação na fabricação de rações

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é o órgão responsável pela regulamentação e fiscalização do setor de produtos destinados à alimentação animal, com vistas à garantia de adequadas condições higiênico-sanitárias nos processos de fabricação, bem como a conformidade, inocuidade, segurança e rastreabilidade dos produtos disponibilizados no mercado. Desta forma, o estabelecimento que fabrica, fraciona, importa, exporta e comercializa rações, suplementos, premix, núcleos, alimentos para animais de companhia, ingredientes e aditivos para alimentação animal deve ser registrado no MAPA e observar a legislação vigente.

Os registros de produtos e estabelecimentos são realizados seguindo a **Instrução Normativa** nº 15/2009 que regulamenta o registro dos estabelecimentos e dos produtos destinados à alimentação animal, de acordo com as normas dispostas no Decreto 6.296/07, que regulamenta a Lei 6.198/74 (decreto que dispõe sobre a Inspeção e a Fiscalização Obrigatórias dos Produtos Destinados à Alimentação Animal, e dá outras Providências). Os estabelecimentos devem cumprir o que determina a **Instrução Normativa** nº 04/2007, no que se refere às Boas Práticas de Fabricação (BPF) e condições higiênico-sanitárias das fábricas.



Para saber mais informações, providências e consultas específicas referentes ao setor de alimentação animal, acesse:  
<http://www.agricultura.gov.br/animal/alimentacao/legislacao>

Além dos aspectos práticos da fabricação, este órgão também regulamenta ingredientes como aditivos autorizados e proibidos para utilização na alimentação animal, como visto na Aula 6. É primordial para a garantia de qualidade, que os responsáveis e envolvidos no processo de fabricação de rações tenham conhecimento da legislação específica do setor de alimentação animal.

## Resumo

No processo de fabricação de rações, verifica-se que podem ser definidas algumas etapas básicas de fabricação – recepção e armazenamento de matéria-prima, moagem, mistura, peletização e expedição – mas que a eficiência do processo está na sua adequação conforme características da unidade produtora e produto final desejado. Em todas as etapas é possível a identificação de pontos críticos e medidas de controle, bem como a utilização de sistemas de boas práticas de fabricação e definição de procedimentos operacionais padrões podem auxiliar na certificação de qualidade do produto. O sucesso da fabricação de rações depende do comprometimento de todos os envolvidos com a qualidade na produção de alimentos destinados aos animais.

## Atividades de aprendizagem



1. Qual a importância da realização de pré-limpeza previamente ao armazenamento de uma matéria-prima para fabricação de rações?
2. Quais os riscos a serem prevenidos na etapa de moagem de ingredientes?
3. Qual a importância do tempo de mistura no processo de fabricação de rações?
4. Quais as vantagens da ração peletizada em comparação com a ração farelada?
5. Explique os cuidados que devem ser tomados na dosagem de ingredientes identificando os pontos críticos de controle.
6. Discuta sobre três pontos críticos de controle no processamento da ração, incluindo os riscos a serem prevenidos e medidas de prevenção.
7. Explique a importância de BPF e POP na qualidade de rações exemplificando.
8. O que é contaminação cruzada e como pode ser evitada?

## Referências

- ALLTECH. **Global feed summary 2012.** Disponível em: <<http://www.ifif.org/uploadfile/2012/2/15/6a6d838117f38df3467726391c947b821329329246.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2013.
- ANDRETTA, I.; LOVATTO, P. A.; SILVA, M. K.; LEHNEN, C. R.; LANFERDINI, E.; KLEIN, C. C. Relação da ractopamina com componentes nutricionais e desempenho em suínos: um estudo meta-analítico. **Ciência Rural**, v. 41, n. 1, jan. 2011.
- ANDRIGUETTO, J. M. et al. **Nutrição animal, alimentação animal.** Vol. II. São Paulo: Nobel, 1983.
- ANDRIGUETTO, J. M. et al. **Nutrição Animal, as bases e fundamentos da nutrição animal.** Vol. I. São Paulo: Nobel, 2002.
- BACILA, M. **Bioquímica veterinária.** 2. ed. São Paulo: Robe, 2003.
- BELLAVER, C. Ingredientes de origem animal destinados à fabricação de rações. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, de 18 a 20 de abril de 2001 – Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. **Anais...** Campinas: SP, 2001.
- BORGES, A. L. C. C.; FACURY FILHO, E. J.; VIRGÍNIO, A. B.; SOUSA, B. M.; CARVALHO, A. U.; FERREIRA, P. M.; COELHO, S. G. **Sistema digestivo e nutrição bovina.** Escola de Veterinária da UFMG: Centro de Extensão. Dez. 2003.
- BRANDINI, J. C. **Doenças em bovinos confinados.** Campo Grande: EMBRAPA. Disponível em: <<http://www.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc65/index.html>>. Acesso em: 30 ago. 2012.
- BRASIL, 2004a. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 08, de 25 de março de 2004. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 30 set. 2012.
- BRASIL, 2004b. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 30 set. 2012.
- BRASIL, 2007. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 4, de 23 de fevereiro de 2007. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 30 set. 2012.
- BRASIL, 2008. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aditivos antimicrobianos, anticoccidianos e agonistas autorizados na alimentação animal. Atualizado em 03 de dezembro de 2008. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/alimentacao/aditivos/aditivos-autorizados>>. Acesso em: 30 set. 2012.

BRASIL, 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 15, de 28 de abril de 2009. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 30 set. 2012.

BRASIL, 2011a. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aditivos proibidos na alimentação animal. Atualizado em 02 de dezembro de 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/alimentacao/aditivos/aditivos-proibidos>>. Acesso em: 30 set. 2012.

BRASIL, 2011b. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aditivos autorizados na alimentação animal. Atualizado em 27 de julho de 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/alimentacao/aditivos/aditivos-autorizados>>. Acesso em: 30 set. 2012.

BRIDI, A. M. **Crescimento e desenvolvimento do tecido muscular**. [S.l.: s.n., 2005?]. Departamento de Zootecnia da UEL – PR. Disponível em: <<http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Carnesecarcasarquivos/Crescimentoedesarvolvimentomuscular.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2012.

BUTOLO, J. E. **Qualidade dos ingredientes na alimentação animal**. 2. ed. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA), 2010.

CERQUEIRA, V. D. **Cólica em equídeos mantidos em diferentes cultivares de *Panicum maximum* no bioma amazônico**. 2010. 90 f. Tese (Doutorado em Patologia Experimental e Comparada) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

COSTA, M. A. L. **Aditivos tamponantes na alimentação de bovinos**. Artigos Técnicos. Julho/2003. Disponível em: <<http://rehagro.com.br/plus/modulos/noticias/ler.php?cdnoticia=414>>. Acesso em: 08 ago. 2012.

EMBRAPA, Aves e Suínos. **Sistemas de produção de frangos de corte**: glossário. Versão eletrônica. Janeiro/2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/ProducaodeFrangodeCorte/Glossario.htm>>. Acesso em: 07 ago. 2012.

EMBRAPA; PEROZIN. **Granulômetro**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2001. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod...599>>. Acesso em: 07 ago. 2012.

FIALHO, E. T. **Alimentos alternativos para suínos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2009.

FREIRE, R. M. M. **Cultivo do algodão herbáceo na agricultura familiar**. Embrapa Algodão. Sistema de produção, 1, 2. ed. Versão eletrônica. Setembro/2006. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodoao/AlgodoaoAgriculturaFamiliar\\_2ed/subproduto.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodoao/AlgodoaoAgriculturaFamiliar_2ed/subproduto.html)>. Acesso em: 04 ago. 2012.

GONZALES, E.; SARTORI, J. R. **Aditivos para rações de aves e suínos**. Apostila. Fmvz-Unesp, Botucatu. Set. 2011.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PEREIRA, L. G. R.; TOMICH, T. R.; GONÇALVES, L. C.; FERNANDES, F. D.; BARIONI, L. G.; MARTHA JÚNIOR, G. B. **Ureia na alimentação de vacas leiteiras**. Embrapa Cerrados. Planaltina. Documentos 186. Out. 2007.

HILL, J. A. G.; LIMA, P. G. C.; FUNAYAMA, S.; HARTMANN, W.; GUGELMINN, C. Efeito da virginiamicina, via oral, sobre a produção de ácidos graxos voláteis, pH ruminal e pH de fezes em vacas leiteiras. **Tuiuti: Ciência e Cultura**, n. 31, p. 53-59, Curitiba, jun. 2002.

HY-LINE DO BRASIL. **Guia de manejo da Hy-Line variedade W-36**. Nova Granada – SP. Edição mar. 2009.

HOSHI, E. H. **Ractopamina em porcas gestantes**: efeitos nos parâmetros reprodutivos, na placenta, na hiperplasia muscular fetal e no desempenho da progênie. 2008. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Londrina – UEL, Londrina, PR, 2008.

IFIF – International Feed Industry Federation. **Global feed production**. Disponível em: <<http://www.ifif.org/pages/t/Global+feed+production>>. Acesso em: 11 mar. 2013.

ISLABÃO, N. **Alimentação de gado leiteiro**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Sagra, 1984.

KLEIN, A. A. Pontos críticos do controle de qualidade em fábricas de ração – uma abordagem prática. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV-EMBRAPA SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 17 e 18 de novembro de 1999, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia, 1999. p. 1-21.

LANA, R. de P. **Sistema Viçosa de formulação de rações**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2007.

LARA, M. A. Processo de produção de ração – moagem, mistura e peletização. **Revista NF 2010**. Disponível em: <<http://www.nftalliance.com.br/processo-de-produ-o-de-ra-o-moagem-mistura-e-peletiza-o/>>. Acesso em: 05 set. 2012.

LIMA, G. J. M. M.; NONES, K. **Determinação do tempo ótimo de mistura de um misturador de rações**. EMBRAPA Suínos e Aves. Instrução técnica para o suinocultor. Nov. 1997, p. 2.

MACARI, M.; FURLAN, R.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002.

MACHADO, L. C. P.; GERALDO, A. **Nutrição animal fácil**. Bambuí, MG: Edição do autor, 2011.

NICODEMO, M. L. F. **Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte**. Embrapa Gado de Corte. Campos Grande. Documentos 106. Out. 2001.

NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed. Washington, DC. USA: National Academy Press, 1996.

NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, DC. USA: National Academy Press, 2001.

NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10. ed. Subcommittee on Swine Nutrition, Committee on Animal Nutrition, National Research Council, 1998.

NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Subcommittee on Poultry Nutrition, National Research Council, 1994. 176 p.

OELKE, C. A.; POZZA, P. C. **Utilização de ácidos orgânicos e mananoligossacarídeos em dietas para leitões dos 21 aos 49 dias de idade**. 2005. 32 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2005.

OLIVEIRA, C. A.; SEBASTIÃO, L. S.; FAGUNDES, H. et al. Determinação de aflatoxina B1 em rações e aflatoxina M1 no leite de propriedades do Estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 30 (Supl.1): 221-225. 2010.

PAIXÃO, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; RILENE, M. I. L.; VALADARES, F. D.; PAULINO, M. F.; MARCONDES, M. I.; FONSECA, M. A.; SILVA, P. A.; PINA, D. S. Ureia em dietas para bovinos: consumo, digestibilidade dos nutrientes, ganho de peso, características de carcaça e produção microbiana. **R. Bras. Zootec.**, v. 35, n. 6, p. 2451-2460, 2006.

PELEGRINO, S. G. **Parâmetros ruminais em vacas de alta produção leiteira alimentadas com dieta total**. 2008. 36 f. Dissertação (Mestrado em Ciências no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

REECE, W. O. **Anatomia funcional e fisiologia dos animais domésticos**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2008.

REECE, W. O. **Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

RIBEIRO, A. M. L. **Nutrição animal**. Faculdade de Agronomia, UFRGS. Gráfica UFRGS. 1º Sem/2006. 93 p.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa: UFV, 2011.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005.

SANTURIO, J. M. Micotoxinas e micotoxicoses na avicultura. **Rev. Bras. Cienc. Avic**, Campinas, vol. 2, n. 1, 2000.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007.

SILVA, B. A. N. A casca de soja e sua utilização na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, n. 1, p. 59-68, jul./ago. 2004.

SINDIRAÇÕES, Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Boletins de SINDIRAÇÕES 2011 e 2012. Disponível em: <[www.sindiracoes.org.br](http://www.sindiracoes.org.br)>. Acesso em: 07 ago. 2012.

SOBESTIANSK, J.; BARCELLOS, D. **Doenças dos suínos**. Goiânia: Cânone Editorial, 2007.

SOUZA, J. C. Formulação de misturas minerais para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS: MINERAIS PARA RUMINANTES, 3., 1985, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1985.

SCHEUERMANN, G. N. **Utilização do sorgo em rações para frangos de corte**. Instrução Técnica ao Avicultor. Área de Comunicação Empresarial. Embrapa Suínos e Aves. Dez. 1998. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/itav009.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/itav009.pdf)>. Acesso em: 05 ago. 2012.

TAVERNARI, F. C.; ALBINO, L. F. T.; DUTRA JÚNIOR, W. M.; LELIS, G. R.; NERY, L. R.; MAIA, R. C. Farelo de girassol: composição e utilização na alimentação de frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 5, p. 638-647, Set./Out. 2008.

VALADARES FILHO, S. C.; MACHADO, P. A. S.; CHIZZOTTI, M. L.; AMARAL, H. F.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JUNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. **CQBAL 3.0. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Disponível em: <[www.ufv.br/cqbal](http://www.ufv.br/cqbal)>. Acesso em: ago. 2012.

VIEIRA, S. V. et al. **Consumo e preferência alimentar dos animais domésticos**. Londrina: Phytobiotics Brasil, 2010.

ZARDO, A. O.; LIMA, G. J. M. M. **Alimentos para suínos**. Boletim Informativo BIPERS, n. 12, ano 8. EMBRAPA/EMATER. Dez. 1999.

## **Currículo do professor-autor**

**Carlos Alexandre Oelke** é graduado em Zootecnia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), e Mestre em Ciências Veterinárias, área de concentração, Produção Animal, pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). É professor e pesquisador na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Itaqui.



**Edi Franciele Ries** é graduada em Farmácia e Bioquímica, Tecnóloga de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Doutora em Ciência de Alimentos, Bioquímica de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). É professora e pesquisadora na Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Frederico Westphalen.



